分类号______　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　单位代码______

UDC ______　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　论文编号______

中国艺术研究院

__2012__ 届申请博士学位论文

古代琴律研究
——试论历代琴人对影响琴律的主、客观因素的认识

学生姓名: 闫志远

学科专业: 音乐学

研究方向: 中国古代音乐史

指导教师: 秦序

分类号______　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　单位代码______
UDC ______　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　　论文编号______

中国艺术研究院

2012 届申请博士学位论文

古代琴律研究

——试论历代琴人对影响琴律的主、客观因素的认识

学生姓名: 闫志远
学科专业: 音乐学
研究方向: 中国古代音乐史
指导教师: 秦序

The Research to QIN Temperament Theory and Practice

A Thesis
Submitted in Partial Fulfillment of the Requirement
For the Degree of Ph.D. in Music

By

Yan zhiyuan
Postgraduate Program
Department of Music and Dance
China Art Academy

Supervisor: **Signature** ____________

Approved
Month. Year

中国艺术研究院学位论文原创性声明和使用授权说明

原创性声明

本人郑重声明： 所呈交的学位论文，是本人在导师的指导下，独立进行研究工作所取得的成果。除文中已经注明引用的内容外，本论文不含任何其他个人或集体已经发表或撰写过的作品或成果。对本文的研究做出重要贡献的个人和集体，均已在文中以明确方式标明。本声明的法律结果由本人承担。

论文作者签名：闫志运　　　　日期：2012年5月13日

学位论文使用授权书

本人完全了解中国艺术研究院关于收集、保存、使用学位论文的规定，即：中国艺术研究院有权保留并向国家有关部门或机构送交论文的复印件和电子版，允许论文被查阅和借阅。本人授权中国艺术研究院可以将本学位论文的全部或部分内容编入有关数据库进行检索，可以采用影印、缩印或扫描等复制手段保存和汇编本学位论文。

保密论文在解密后遵守此规定。

论文作者签名：闫志运　　　　导师签名：秦序

日期：2012年5月13日　　　　日期：2012年5月13日

中文摘要

琴律研究作为中国传统律学体系中重要组成部分，其内容可以归纳为两个方面，一是广义的“琴律”，即“琴”这件乐器由于特殊的构造和演奏手法而产生的“散音”、“按音”和“泛音”三种不同的音律内容，这从“琴”形制构造定型的那一天起就已客观存在于琴体之中。二是狭义的“琴律”，指古琴在演奏中的实际用律，即在“琴”所能发出的乐音体系中，以哪些具体的音来表达琴乐，这是一种主观的律学规范。主观的“琴律”由琴乐的实践所决定，并随每个时代通行的普遍律学规范、琴家不同流派的琴律选择而不断变化。通过深入了解影响琴律的以上主、客观因素，可以宏观概括“琴律”并进行具体的描述。

三分损益生律法是中国古代乐律发展最核心的内容，它渗透于古代音乐理论和音乐实践的各个领域。在三分损益生律法的律学规范下，琴所产生的散音与按音音高关系必然与徽位所产生的泛音音高关系有一定的差异，同时三分损益生律法自身所产生了五音和十二律两种表述体系也存在着自身不可忽略的矛盾。对于这些琴乐实践所要面对的现实问题，历代琴人给出了各自不同的解释，或采用具体方法来解决这一矛盾。本论文主要通过现代音乐声学和律学的研究方法，结合文献分析，阐释这些问题产生的客观条件，以及历代琴学家对这两方面内容的主观认识，以及他们在实践中如何采用种种方法巧妙地避免上述差异，解决其间所存在的矛盾。

对此笔者将古代琴家对琴律的认识划分为三种类型，第一种类型，是以朱熹等学者为代表的学者，通过“移徽就律”或“移律就徽”方式调整律位与徽位之间的位置，使得二者能够最大限度的统一。第二种类型，以《琴书大全》中的琴律研究为代表。他们将传统三分损益生律法之律学规范称之为“律法”，将由琴徽处所生之律称为“徽法”，二者自成体系，并行不悖，共同运用于琴乐实践中。第三种观点是“琴以五音论”，它是清代以来最具有代表性的琴律理论。持有这种观点的琴学家，认为在琴乐实践中要避用一切不符合三分损益之“五音”体系的音律，这样，也就不会出现上述的音律差异问题了。

当然，琴律理论的形成并不是一蹴而就的，琴人经过长期的琴乐实践，对琴律的认识是不断变化的，这一点我们可以通过对历代不同的琴谱中所提供音律具体位置进行律学分析而得到。同时在琴律理论与琴乐实践之间，也存有相当大的距离。由于演奏方式的独特性以及其他客观因素的共同影响，琴乐实践中所使用的音律规范远远超出了琴律理论的规范。

因此现代琴律理论的研究，不但要结合影响琴律的主观因素和客观条件对各个时代琴律理论进行梳理和总结，更需要运用现代律学、现代声学等多学科的研究方法对历代存留下来的琴谱、作曲理论以及现代琴乐音响作更加具体而深入的研究，才能真正描绘出中国历代琴律发展的整体面貌和特征。

关键词：琴律理论 琴乐实践 三分损益生律法 泛音 按音 散音

V

目 录

中文摘要……………………………………………………3
引言……………………………………………………6
第一章　弦律与中国传统律学之关系……………………………11
第一节　弦乐器的声学特征……………………………12
一　“弦”乐器之乐器分类及乐音的性质……………………12
二　“弦”乐器的发声原理……………………………15
第二节　弦乐器与中国传统律学之关系……………………18
一　“弦”乐器对三分损益生律法产生的影响………………19
二　中国古代作为调音定制的弦乐器——弦准………………21
第二章　“琴”的构制及其声学构制……………………………35
第一节　“琴”之起源……………………………35
一　七弦琴的起源……………………………35
二　七弦琴的乐器构造……………………………42
第二节　琴的乐器声学构成及发音特点……………………45
一　琴的乐器声学构成……………………………45
二　琴的演奏方式对琴乐的影响……………………………49
第三章　三分损益生律法指导下琴律的主观选择………………53
第一节　对泛音的主观律学规范……………………………54
一　泛音存在的客观性……………………………54
二　历代琴学家对于暗徽的探求……………………………63
三　十三徽的律学规范……………………………73
第二节　三分损益规范下的宫弦五音十二律按音音位…………81
一　宫弦三准之五音音位……………………………82
二　黄钟弦之十二律按音……………………………85
第三节　三分损益之两种表述方式的律学内涵………………87

一　三分损益之五音生律法表述体系……………………………88
二　三分损益之十二律表述体系……………………………93
三　三分损益五音十二律在音乐实践中的矛盾……………………………101
四　三分损益十二律中丰富的律学内容……………………………108
第四节　七弦散音的主观律学规范……………………………111
一　琴正调之定弦法……………………………111
二　带有“纯律”音程关系的七弦散音调弦法……………………………122
三　琴五调之调弦法……………………………129
第四章　历代学者对琴律的独特认识……………………………136
第一节　“移徽就律”与“移律就徽”……………………………136
——以朱熹之《琴律说》为例……………………………136
第二节　徽法与律法分而论之——以《琴书大全》为例……………………………145
一《琴书大全》中琴正调的纵向布律……………………………148
第三节　琴以五音论——以王坦的琴旨为例……………………………155
一　黄钟宫弦之横向布律——以下准为例……………………………156
二　七弦弦之横向布律……………………………158
三　七弦之五声二变位置……………………………161
附一：　徽分记谱法对于琴律研究的正反面影响……………………………165
附二：宋代以来相关琴律研究的古代文献及琴谱……………………………173
参考文献……………………………176

引言

“琴”是中国历史最为悠久的古乐器之一，现代称其为“古琴”或“七弦琴”。

“赜天地之和者莫如乐，畅乐之趣者莫如琴。八音以丝为君，丝以琴为君，众器之中琴德最优。历代明王君子修身养性之器。古代先贤们对于琴学思想和琴学理论的讨论寄托着他们对于自然的探索与思考，琴也成为他们表达思想最好的代言人。因此，历代琴乐理论的发展都与当时代的文化思想发展以及社会背景有着千丝万缕的关系。它不但是琴乐实践的总结，更是时代精神特征的阴晴表，可以说一部古代琴学思想史就是一部中国思想发展史。

先秦以至两汉典籍中，颇不乏有关之记载，如《礼记》：“昔者舜作五弦之琴，以歌南风”，《诗经》：“琴瑟击鼓，以御田祖”、“窈窕淑女，琴瑟友之”、“椅桐梓漆，爰伐琴瑟”、《风俗通》：“七弦者，法七星也，大弦为君，小弦为臣，文王、武王加二弦，以合君臣之恩”，可知先秦之世，琴乐已然盛行，为众所重视喜爱。

在长期的琴乐实践发展过程中，古琴音乐建立起了自己的一套完正的美学、乐律、记谱法、弹奏法、指法等等体系，人们统称为琴学理论。关于古琴理论的专门论著，始见于汉代。在汉代之前虽然没有专门的琴论专著，但是从经典文献中时时出现的身影，不难看出古琴音乐在当时所占有的重要地位，同时在不同程度上也体现了当时整个社会音乐文化生活以及音乐形态的整体走向。

从汉代至唐代出现了很多琴学专论，从汉代刘向的《琴说》、桓谭的《琴论》至魏晋稽康的《琴赋》、蔡邕的《琴操》再到唐代薛易简的《琴诀》，这些琴学家琴们对于琴学理论的讨论涵盖了古琴理论的大部分内容，无论是对琴形琴制，还是演奏风格、创作手法、审美准则等各方面都有了深入的研究和阐释。但是对于琴学理论中一个很重要的内容——琴律研究却见之甚少，并大多散佚。

宋代是琴学理论研究的大昌时代，同时也是琴学研究逐渐走向一个全面系统化、理论化的时代。宋代建立后国家统一，经济恢复，政治与文化也逐渐繁荣，宋朝成为中国古代历史上经济与文化教育最繁荣的时代。在这样的政治、经济背景下，古琴这一代表文人精髓的器乐在宋代也跟随着文人地位的提高而大放异彩，古琴的正统地位被迅速地恢复。宋代有多位皇帝是古琴的热爱者和收藏者。据《宋史》载：太宗曾下令改七弦琴为九弦琴，徽宗用魏汉津之说，造大晟乐，用一、三、五、七、九弦的五等琴，祭祀、朝贺的大乐中要用八十多张琴，仅七弦琴就要用二十三张。《画继》载：政和间宫中还有“琴院”之设，宣和殿还有“百琴堂”收藏古琴名琴。在统治者的影响和带领下，宋代自上而下无不以能琴为荣。《琴论》记载说：“京师、两浙、江西能琴者极多”；元人吴澄说：“浙操兴于宋，……浓丽切促，里耳无不喜”；《梦梁录》称：“府第中有家乐，儿童多执笙簧琴瑟，最可人听。” 文人们无不爱琴如命，不但精于演奏还

通晓音律。其中当时那些著名的文人士大夫如范仲淹、欧阳修、苏轼、姜夔等无不以弹琴知名于世。据可见两宋时期的七弦琴艺术得到了巨大的发展。

在这种重视古琴艺术的大背景下，宋代无论在琴曲创作还是在古琴演奏技巧上都取得了丰富的实践成果，在此基础上，琴乐理论的研究也出现了很大的发展。据统计，目前流传下来的宋代古琴书籍、论著有近 20 部。包括朱长文的《琴史》、崔遵度的《琴笺》、朱熹的《琴律说》、刘籍的《琴议》以及成玉磵的《琴论》等都是对后世影响很深的琴学论著。其中尤其重要的是朱熹的《琴律说》，它第一次明确地提出“琴律”一词，将琴乐长期的实践经验与理论律学结合，并将其纳入传统律学的范畴之内进行讨论，并建立了系统的研究方式，为后世提供了很好的“研究范式”，对后世琴律的研究和发展有深远的影响。

同时由于宋代理学要求学者文人在研究是不能只局限于书本，而是要更多地面向自然界本身。《二程遗书》中论道：“一草一木皆有理，须是察。观物理以察已，既能烛理则无往而不识。天下物皆可以理照，有物必有则，一物须有一理，穷理尽性至命只是一事，纔穷理便尽性，纔尽性便至命”。认为只有通过格天下之物，包括自然之物，才能达到对于“天理”的认识。”因此宋代儒家学者普遍重视自然知识，他们多以“道”“器”关系为研究主题。宋儒的“道”也不仅仅是形而上之“道”，而且贯穿着形而下之“器”，所以，宋儒既讲“道”又讲“器”，既讲“体”也讲“用”。即要尊重科学技术，通过科学的研究方法找寻隐藏在其背后的自然规律。

宋代理学中这种对科学的追求和探索的精髓同样也涉及到了琴学理论的研究领域中，尤其是对“琴”这件乐器自身属性的探索更是将琴律研究带入了一个全新的领域。他们不再是单单将“琴”这件乐器作为他们哲学思想表达的附属品，而是将其作为一件真正的乐器而加以关注，通过研究乐器自身的特点，以及在实际演奏中所遇到的各种问题。而对于“琴”这件乐器真正的科学讨论是从“琴徽”开始的。这其中以沈括、崔遵度、徐理等诸多学者为代表。

宋代的琴律理论有两个最重要的特点：第一个特点就是琴学家们开始关注“琴”这件乐器自身的自然属性，并同过对琴乐实践的观察和总结，从科学的角度研究琴律与中国传统律制规范之间的矛盾与问题。第二个特点就是从宋代开始，琴律研究真正进入一个规范化、系统化时代，后世的琴学家们一直按照这一研究体系孜孜不倦地对琴乐实践和琴学理论加以总结和阐释。

宋代灭亡后，经过短暂的异族统治之后，明朝建立，统治者为了巩固政权，大力发扬儒家思想和传统文化。传统文化的最优秀代表七弦琴在皇家关注之下，逐渐兴盛起来。到明代中期，已经发展到自天子至于庶人直至阉宦无不好琴，真是上有好者，下必有胜焉。故有明一代自始至终成为古琴音乐的极盛时期，作曲修谱，造琴一时蔚然成风。当然明代的印刷技术的进步，为这一盛况提供了技术保障。嘉靖、万历时期，是明代刻书的黄金时代。现今所见百余种历代古琴书谱，以明清时期刊刻者居多。当然唐代古琴减字谱的出现以及宋代琴人、琴曲的大量涌现，为明代琴谱的刊印及传播奠定了坚实的基础。搜集、刊印古琴琴谱成为这一时期的风尚，而引领这一琴学风尚的是一批拥有显贵身份的琴坛群体———明代藩王。明宣宗朱瞻基、明英宗

朱祁镇、宁献王朱权、衡王朱厚瑛、益王朱厚炫、徽藩王朱厚爝、保定王朱　坦、潞王朱常等均在古琴音乐方面有所造诣，这其中最为著名的当推明太祖十七子宁献王朱权，他所辑《神奇秘谱》是现存最早、最有价值的古琴谱，也是后世琴谱的经典模本。这些琴谱的流传为琴学著作出版和琴乐知识普及做出了不可磨灭的贡献。

明代琴谱现存世共有43种。这些琴谱一般都包括“乐谱”和“琴论”两部分内容，明中叶以前的琴谱大都“乐谱”与“琴论”分离，例如，早期的《神奇秘谱》、《五声琴谱》都是只记载“乐谱”的琴谱集；而《太古遗音》等则只是讨论“琴论”的集子。到嘉靖以后则逐渐形成“琴谱”、“琴论”合二为一的综合性琴谱，例如《西麓堂琴统》、《琴书大全》。

虽然这些琴谱虽然繁杂众多，但是他们之前却有着千丝万缕的传承关系，尤其是琴论部分，几乎都是对前人琴论的总结与对当代琴论的阐释的结合，其中最为重要的也是最为全面的是明万历年间琴家蒋克谦所编的《琴书大全》，全书共二十二卷，前二十卷为琴学记载，保存收录了大量未见于它处的琴学专书、专论，尤其是部分早已散佚的唐宋琴书，如唐陈拙《琴书》、元陈敏子《琴律发微》等，弥足珍贵。其收录之丰富，堪称古琴琴学的百科全书。

除此之外，明代中后期随着社会经济的发展，出现了资本主义萌芽，商品经济推动着科学技术和文化发展，因此，明末出现了具有启蒙色彩的新思想理论。在新兴思想和市民阶层的影响下，在学术界产生了富有积极精神、反抗传统、追求个性解放的哲学思想。“崇实黜虚”思潮的形成。所谓“崇实黜虚”就是摒弃理学思想理论中空谈心性的虚无主义，而是积极提倡“崇实”精神。其具体表现为：批判精神、经世思想、科学精神、启蒙意识。因此，那些思想敏锐和注重实际的学者，在这种实学思潮的影响下，把注意力放到了自然科学的探索上，不但提出了许多有价值的科学思想，而且也开创了重实践、重考察、重验证、重实测的风气，这就促进了科学技术的发展。因此明代成为各类科学相互渗透，同时对传统学术和科技知识进行了大总结的时代，产生了一系列对中国古代传统文化进行综合梳理的重要文献。例如最大的类书《永乐大典》、医学名著《本草纲目》、农业方面的《农政全书》、手工业方面的《天工开物》以及乐律方面的《乐律全书》，这些都是对前代成果的总结和提高，也是中国古代优秀精神遗产的记录。

与明代科学技术继续向前发展形成鲜明对照的清代，特别是清代前期，虽然满族少数民族统治者以武力从政治和军事上征服了广大汉族地区并统一了全国，但是他们在文化上远远落后于汉族人民所创造的光辉灿烂的文化，结果只能被这些先进文化所吸引和征服。出于自身统治和发展的客观需要，必然要学习之后为其所用，然而这种吸收和学习不可能是一蹴而就的事，是具有一定时间的逐渐的适应过程。

宋明理学家有比较强的哲学意识，但历史文化意识比较淡薄，他们注意发扬儒学的理性主义精神，却忽略了儒学的历史主义精神。宋明理学的局限正好构成清初儒学的生长点。清代到乾隆、嘉庆年间，涌现出著名的乾嘉学派。清廷发现，这样的考据学不但对自己的统治无害，反倒可以起到笼络士林的作用。于是，清廷调整文化政策，投入大量的财力和人力，实施所谓

"盛世修典"工程，编纂《四库全书》，对考据学加以扶持。乾隆、嘉庆年间开设四库全书馆，延聘专家学者数百人整理古籍。乾嘉学派以四库全书馆为大本营，迅速发展起来。据《清经解》一书记载，当时从事考据的学者有157家之多，成书2720余卷，足见其规模之宏大。[1]在清代盛行考据之学的影响下，出现了清乾隆以来的一些兼攻考据的琴家，因此在清代所刊印的琴谱中一半以上都附有律吕、琴律、琴调等文。

到了清代康乾盛世，古琴音乐的中心，逐步转向了同为江南古城之淮扬地区。各地的文人墨客也相继云集广陵，琴坛名家荟萃，人才辈出。清代中期以后，出现了琴派纷呈的局面。其中著名的有诸城派、闽派、川派、岭南派等等。同时随着印刷技术的日益精湛，清代刊印琴谱之风也十分盛行。各琴派均有自己不同的传谱。其中较著名的除了《澄鉴堂琴谱》（1686年，徐常遇编）、《五知斋琴谱》（1772年，徐祺编）外，还有《自远堂琴谱》（1802年，吴灴编）、《蕉庵琴谱》（1868年，秦维翰编）等等。

而清代对于琴律研究最大的贡献则是出现了"徽分"记谱法。从《大还阁琴谱》之后，古琴减字谱中加入了徽分的记录（记录了某音在某弦、某徽、某分上），这就使得后世研究者可以通过对徽分的具体分析和计算，可以用现代律学的分析手段具体计算出记录者当时所使用的具体的音，并加以分析和研究。

进入20世纪，中国进入一个剧烈变革的时代，封建王朝被推翻，古琴作为封建传统艺术也随同封建王朝被世人所抛弃。在这种情势下，还是有一些琴人坚持琴学、琴律研究，这其中最重要的有琴人杨宗稷编著的《琴学丛书》四十三卷(1911) 和周庆云（梦坡）刊编的（《琴史补》、《琴史续》和《琴书存目》等。杨宗稷在其序中讲道"萤光虽微，争光皓月；名山幻想，人有同情。"为了使古琴音乐能够与当时代所流行的西乐所沟通，杨氏还创制了新式的古琴琴谱，即在减字谱的右侧加上：唱弦、著板和工尺（有时写唱辞）三行，并为这种谱式命名为"琴镜"。尽管如此，但是对于琴律理论的认识，20世纪初的众多琴家任然坚守着中国传统律学规范，即在三分损益相生法的框架下对琴乐实践的用律问题进行探索与解释。

20世纪五六十年代，古琴音乐得到政府的重视和抢救，一些有经验的琴家经过艰苦的探索与推敲，发掘出一批失传的古代名曲，如《广陵散》、《幽兰》、《胡笳十八拍》等，使历史上久已绝响的优秀琴曲重发妙音。此期还重点培养出了一批古琴音乐人材，为后来古琴音乐的整理、研究、发展奠定了基础。值得一提的是在1956年举办了一次全国范围的调查、收集与整理工作，使流失于民间中的各种传谱得到保护，并录制了一批珍贵的古琴音响资料。中国音乐史向来被称为"没有音乐的音乐史"，这批古琴音响资料的保留，为研究老一代琴家的演奏特点、打谱方法以及琴律研究都提供了不可多得的音响资料。

与此同时，在政府的支持下，由查阜西先生领衔众多琴家共同编辑了一把我国琴曲艺术遗产的大型资料备编—《琴曲集成》。此书收集了从明初到民国初期的琴谱共150余本，并进行了

[1] 宋志明《轮清代儒学的再整理》，《文史哲》2005年第5期

版本选择、整理，为古琴研究做出了不可磨灭的贡献。

在琴律理论研究方面，由于近代科学的传入，近代律学理论研究在近代数学和近代物理学等学科的影响下，无论是研究方法、研究手段还是研究对象都产生了颠覆性的变化。琴律研究作为传统律学的重要组成部分，同样也与以往有着天翻地覆的差别。首先是现代社会整体律学规范的改变，近代以来，由于西方音乐的传入和封建体制的瓦解，人们逐渐摆脱了三分损益生律法对于中国音乐实践和音乐理论的思想禁锢，并试图用其他律学规范来解释琴乐实践中的各种音律问题，产生了诸如“钟律就是琴律”以及琴律为“复合律制”等一系列律学判断。其次由于近代科学的发展，多种学科的研究方法进入音乐律学研究领域中，人们不再单单局限于对琴律文献的关注，更融入了考古学、声学以及现代数学等一系列研究手段，对琴学实践中不同音律之间数理本质的区别与联系作科学的探讨，以杨荫浏、缪天瑞、赵宋光等为代表的一系列律学家建立了一整套关注于音律之间数理本质关系的律学研究体系，形成了“相对弦长”、“相对波长”、“音程系数”、“音分数”等众多律学研究的具体操作手段和方法论；琴律研究的另个重要的变化是琴律研究对象的丰富，即除了传统的琴律专论以外，古琴减字谱以及琴乐音响都成为当代琴律研究的重要研究对象。历代学者对于琴律的理论研究从来都是贯穿于各种琴论文献中，这些文献记录者的身份除了是琴人外，更重要的身份则是文人，由于时代的主客观原因，文人们对于琴乐实践中那些不符合传统律学规范的音律采取了各种的规避手法，这使得琴律文献在一定程度上并不能完全反映琴乐的实际用律。此时，古琴琴谱则成为研究琴律发展的重要辅助资料。古琴琴谱无论是早期的文字谱，还是后来的减字谱，都能够体现古琴记谱的一个重要特征，那就是能够清晰记录演奏手法和用律实际位置。因此根据现代律学知识，人们能够通过琴谱中记录的调式以及音律的具体位置判断出所要表达的音高关系以及音律问题。当然，在对琴谱进行律学研究时还需要注意到古琴记谱法也是不断发展和变化的，琴人们也会根据琴乐传播的不同需求对琴谱进行相对应的调整和改动，尤其是减字谱中的徽分记谱法形成后，不同琴人和琴派对于徽间音位的调整充分体现了不同的主观选择对琴律发展的影响和改变。

当然任何琴律理论与琴乐实践中都存在着不容忽视的巨大差异，在现代音乐声学支持下，我们除了可以对古代琴律理论进行全面整理以外，还可以对现存的琴乐音响测音，通过对测音数据的分析和总结，能够为琴律在新世纪的发展提供更为丰富而相对客观的重要资料。

本文旨在通过对影响琴律理论的主客观因素的讨论，总结出中国古代琴学家在时代律学规范相对稳定的背景下，如何规定琴乐在实践中的用律以及如何解释琴律实践中与时代律学规范之间的差异性。至于上述有关当代琴律的发展以及对琴乐实践音响方面的研究本文并没有进行具体的研究和探讨，这将成为笔者日后对琴乐实践用律研究的重要内容之一。

第一章　弦律与中国传统律学之关系

“琴”在几千年的传承与发展中，不仅遗存下浩如烟海的文献资料，更是保留了唐宋以来历代古琴精品传世。最为值得关注的是，由于古琴独特的记谱方式，为后世能够重现古代琴乐提供了宝贵的资料。在至今存见的百余种琴谱中，保留了将近七百首乐曲的各种不同传谱，共达三千余首。所存文献与实物之丰硕，堪为中国乐器之最。古琴不仅因其深沉高雅的音色品质与丰富的艺术表现力，更因其所承载的中国传统文化意义成为中华民族精神及传统音乐文化的代表。

古琴艺术发展经过了漫长的历史时期，它几乎伴随着中华传统文化发展的始终。这期间不同的社会发展阶段，不同时期的文化特点，不同时期的文化理念，都退它产生过重要的影响，都对它进行过不同时期的人文完善。在这种悠久丰厚的文化背景下，在这漫长的发展历程中，作为一种中国传统文人的古琴艺术根据自己的品味标格，将诸多的人文负载，不断的进行着化合分解，交汇衍变。根据自身的属性和发展模式需要，去俗留醇、去粗取精，兼容并蓄，形成了显着而独特的民族习性，琴乐发展的这一历史特征也同样反应在琴律的发展进程中。

相对于“钟律”、“笛律”等说法，“琴律”这一词则出现地非常晚，它是由宋代著名学者朱熹（1130——1200）在其专论《琴律说》中提出的。朱熹在这篇文章中试图用传统的律学研究方法对于琴乐实践中出现的传统三分损益法所生之律与传统琴徽位置所发之音之间存在矛盾这一问题给予自己的解释。至此之后伴随着琴学的不断发展，有越来越多的学者投身到对琴律的理论研究中，产生大量的琴律研究的专著专论。尤其到了近代，一方面人们完全摆脱了传统三分损益生律法对于律学的束缚，另一方面由于现代律学所带来的新的研究手段，使得律学家们掌握了更多的琴律中所包含的丰富的律学内容，并作出了一系列关于琴律的争论与探讨。

若要讨论“琴律”的相关问题，我们就不得不要先对“琴律”，自身做一个深入的了解，到底什么是“琴律”，琴律的构成因素是什么，谁又对琴律的形成有着不可忽视的作用等等一系列相关的问题。只有从本质上对这些问题有相对深入的了解后，我们才可以真正对“琴律”作一个相对全面的阐述。

第一节 弦乐器的声学特征

一 “弦”乐器之乐器分类及乐音的性质

凡音之起，由人心生也。人心之动，物使之然也。感于物而动，故行于声。声相应，故生变，变成方，谓之音。比音而乐之，及干戚、羽旄，谓之乐。①

无论是在古代还是在现代，音乐都是人类表达情感、抒发情怀、寄托情思的艺术，它是人类对于自我情感的直接模拟和升华。

而乐器作为表达音乐最好的工具，由于其发音体材质、乐器构造形式以及演奏方式的不同，使得不同乐器所发出的音响效果千差万别。因此，不同乐器对于情感的表达和对音乐的描述都有各自独特的功能和作用。

（一）“琴”之乐器分类

如何将种类繁多的乐器加以分类，不同时期不同民族给予了不同的分类方法。例如中国的“八音”分类法；印度的“四分类法”（皮乐器、弦乐器、金属打击乐器以及气乐器）；欧洲的“三分类法”（管乐器、弦乐器、打击乐器）等。对于这些传统的乐器分类法尽管从今天乐器声学的角度看，都存在着一定的问题和矛盾，但是我们不能简单地认为它们是不科学的，它们都是一定历史时期、一定地域、一定民族文化对于乐器认识论的产物。

例如，中国古代的八音分类法，就是古人发现了不同的乐器制作材料所产生的音响效果和发音机制是完全不同的，因此便将乐器按照其基本制作材料（即乐器的振动体或共鸣体的制作材料）分为金、石、土、革、丝、木、匏、竹八大类，也称为“八音”。并对于各种不同材质乐器的声学特征做出了最直观的总结。

宋中兴乐志论曰：八音之中，金、石、竹、匏、土、木六者，皆有一定之声；革为燥湿所薄；丝有弦、柱，缓急不齐，故二者其声难定。鼓无当于五声，此不复论；惟丝声备五声，而其变无穷。②

正是由于弦类乐器其和谐的音响效果和多变的音高优势，使得“丝”在“八音”中独占鳌头。而琴又以自身独特的文化属性成为弦乐器的代表。

---

① 《礼记·礼运》，卷三十八，《十三经注疏》，1815年阮元刻本。

② [宋]马端临，《文献通考》卷一百三十七，乐考十，丝之属

赜天地之和者莫如乐，畅乐之趣者莫如琴。八音以丝为君，丝以琴为君，众器之中，琴德最优。①

而在当今世界上，采用最为普遍的萨克斯分类法，是一种以发音原理为基础，结合乐器形态以及演奏技法使理论性与实践性相结合的分类法。它将乐器分为五大类：弦鸣乐器、气鸣乐器、体鸣乐器、膜鸣乐器和电鸣乐器。

将一级分类的弦鸣乐器再分类，则是又按照乐器的结构特征和激发方式的不同再划分。

首先按结构特征的不同，将弦鸣乐器分为四类，其名称都以某一欧洲乐器为代表，分为：齐特尔琴类、琉特琴类、里拉琴类和竖琴类。

齐特尔琴类的构造特征是，弦直接平行张挂于琴体表面，弦长接近约琴身的长度。

琉特琴类的构造特征是，均有从琴体（共鸣箱）杀那个延伸出来的琴颈，琴弦张于琴体至琴首之间的琴颈上。

里拉琴类的构造特征是，琴体四边为框架形结构，共鸣箱左右两端向上延伸出一对琴臂，两臂顶端之间以横梁相连，弦张于横梁与底部共鸣箱之间。

而竖琴类的构造特征则是它的三角形结构，同时其张弦特点是弦的一端与琴体，即共鸣箱呈一定角度并相互连接。

而若按照激发方式的不同，可将弦乐器分为：擦弦乐器和击弦乐器两种。其中擦弦乐器中包含有弓弦擦弦乐器，如胡琴等；轮擦弦乐器，如轮擦提琴等；还有手拨擦弦乐器，如竖琴等。

若按照萨克斯分类法将我国古琴予以分类，则属于手拨类齐特尔琴。古琴在德国人被称为“Chinesische Griffbrett—Zither”，即“中国的带指板的齐特尔琴”，这是西德汉学家曼弗里德·达尔墨在他 1985 年出版的德文版“Qin”《琴》里提出来的。

当然也有学者对于古琴的英文翻译有其他理解，其中最为著名的就是荷兰汉学家高罗佩在其琴学著名专著《琴道》中，就将古琴翻译为“Lute”（鲁特琴）。在为东方乐器寻找在西方语言中相应的说法，必须在那些能够体现外观和文化关系的词中挑选。就外观而言，cither（齐特尔琴）是古琴最合适的对应词。但是，因为古琴在中国文化中占据着独特的位置，作者更愿意遵循体现文化关系的原则，将古琴翻译成 lute（琉特琴）。因为在西方文化中，lute 一词自古以来就与艺术、雅致相关，并被用在诗歌中。因此，古琴被翻译成 lute，而 cither 一词则被用作对瑟和筝的翻译。与古琴相比，瑟和筝在构造上与西方的 cither 更为接近。

无论采取哪一种乐器分类法，也无论将古琴与哪种欧洲乐器名称相对应，可以肯定的是古琴都是归属于弦乐器一类。因此，我们若想讨论“琴”这一乐器，就必须首先对弦乐器的声学属性加以了解，这样才能真正从更本质的角度对“琴律”给予阐述和解释。

---

① [宋]陈旸，《乐书·卷一百零三·十二律·律吕围径》，台北：台湾商务印书馆，中华民国 75 年(1986 年)

现代声学知识告诉我们，声音是由物体振动所引起的。当然，弦乐器的发声就是由“弦”振动而产生的。“弦”乐器所发出的声音之所以比其他乐器所发之声听起来更加和谐和丰富，是由于弦振动自身的物理属性决定的。因此只要了解弦振动的一般特性，就能够掌握弦乐器在发声方面的规律。

（二）乐音四要素与弦振动之间的关系

我们知道，乐音本身有四个基本性质，即音高（pitch）、音色（timbre）或音质（quality）、音强（volume）和音值或音长（duration）。而乐音的这四要素都是由物体振动所决定的。

其中，通常物体振动所发出的音高与物体振动时基音的频率或波长有关，也就是说物体振动时基音每秒钟振动的次数或振动一次的波长决定着该物体所发音高的高度，基音每秒钟振动的次数越多，物体所发的音就越高，反之亦反；而若用波长表述体系论述，所谓波长，即波在一个振动周期内传播的距离。因此波长越长，说明基音在一个振动周期内传播的距离越远，那么它每秒钟振动的次数就越少，因此物体振动所发的音就越低，反之亦反。因此，频率与波长是一对相反的关系。同一物体振动，其频率越高，波长相对就越短，其频率越低，波长相对也就越长。

其次，音色或音质，它是由物体振动时各分段振动所产生的分音的数量和分音之间的音程关系决定的。任何两个物体，它们各分段振动所产生的分音的数量和分音之间的音程关系都是不同的，即使是同一个物体，它不同部位振动所产生得到分音的数量和分音之间的音程关系也是不同的，当然不同的激励方式对于物体振动所产生得到分音的数量和分音之间的音程关系也是不同的。因此，如果从微观的角度来讲，世界上没有任何两个声音的音色或音质是相同的。

第三，振动体所发声音的强度即音强，与振动体振动时的能量有关，其在音乐声学上的专业术语是“振幅”。所谓振幅就是指振动体在振动时离开平衡位置的最大距离。一般来说振动能量的大小与激励体的能量有密切关系。

最后是音长，也就是说物体振动的时间长短，一方面它与振动体的材料有关，另外与激励方式有关，在这里就不细谈了。

当然，以上我们谈得都是物体振动的客观物理属性，当这些客观物理属性转化成人的主观感受时，就是感受主体的主观心理量。乐音的四种因素的客观物理属性与人的主观心理量之间存在着对应关系，但这种对应关系却不是单纯的线性关系，同时不同的感受主体的主观心理量之间也会有一定的差距。

例如音高和音强方面：人耳对音高和音强的感觉大致符合德国物理学家费希纳（G.T.Fechner，1801—1887 年）提出的客观刺激量与主观感觉量之间的相互关系，即 S=KlogR（S 表示主观感觉量，K 表示一个常数，R 表示客观刺激量），二者之间是一种对数关系。但后人通过大量的主客观之间的相关关系实验又发现，对于音乐来说，费希纳定律只适合中庸音区，

而在极高或极低音区，二者的对数关系会发生一定的偏离。[1]

当大除了主观感受与客观刺激量之间不总是恒定不变的以外，不同感受个体之间的主观感觉也是有很大差异的，它往往由于不同感受个体之间心理、生理、地域、民族、文化的不同而产生的。

以音准问题为例。音高的准确性是由人的音准感所控制，既然人与人之间的音高感觉不会完全一致，那么在音准感方面必然也存有差异。例如长期受中国传统三分损益法法生律影响的乐人与从小受十二平均律训练的乐人之间的音准感就是不完全一样的。因此，当我们听到一个与我们音准感有差异的音响出现时，不要盲目得去“否定”和“纠正”，而是要深入了解这一音响出现的文化属性和音律规范，这样才能真正感受到不同音乐文化为我们带来的不同音乐感受和音乐想象。

二 “弦”乐器的发声原理

作为弦乐器，其发声的振动体就是“弦”本身。而弦乐器之所以被成为“八音之首”也是由于弦振动自身的物理属性。与其他材料相比较，“弦”振动自身是一个比较简单而又有规律的振动。这就决定了“弦”振动所发出的声音相对要简单而和谐。下面我们关注一下“弦”振动的特点。

（一） 弦的振动方式

首先看一下弦的振动方式。当一根弦受到激励后，其自身会同时产生三种不同类型的振动，即横振动、纵振动和扭转振动。所谓“横振动”，可以简单理解为弦的上下振动；而“纵振动”，可简单理解为弦长在做伸缩振动；“扭转振动”可简单地理解为弦以自身为轴心作左右摇摆的振动。[2]这三种振动方式中，横振动的振动能量最大的，因此它对弦振动发声起主导作用；而纵振动和扭转振动的能量都比较弱，因此对于弦振动发音的影响也比较小。

因此，通常我们在讨论“弦”振动时，往往只会考虑弦的“横振动”对乐音四要素的影响，而忽视了弦的“纵振动”和“扭转振动”对于乐音四要素的影响。当然，理论研究与实践操作总是存在一定的距离。为了研究的方便，本文同样也采取暂时忽略弦的“纵振动”和“扭转振动”对于乐音发声的影响，将弦振动只看作是在做简谐振动的理想状态，从而将弦振动对乐发声的影响简单化、理想化。

现代声学理论告诉人们，物体受到激励振动时，并不是只在做单一的整体振动，而是除了整体振动外，还进行分段振动。由于只要物体振动就会产生与之振动频率相对应的音高，因此，

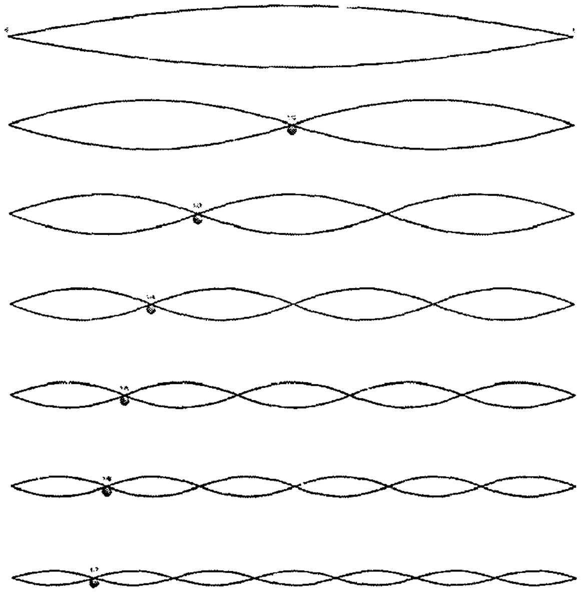
[1] 韩宝强，《关于“音”的性质的讨论》，《音乐理论：请注明你的有效性》，上海：上海音乐学院出版社，2004年，第14页。

[2] 韩宝强，《音的历程——现代音乐声学导论》，北京：中国文联出版社，2003年，第177页。

物体振动时，除了整体振动会产生相对应的音高外，不同的分段振动也会产生与分段振动频率相对应的分音音高，而整体振动和分段振动所发出的所有的音同时发声，这个由许多个不同音高组合而成的共同体便是复合音。不同材料进行振动时，由于其分段振动的数量和节点都不相同，所以其分段振动所发的分音数量和音高也各自不同，这就形成了不同材料振动发音，所产生的音色并不相同的原因。

弦振动相对于其他材质的振动体，最为突出的一点是，“弦”这一材质的振动体自身构造相对简单，因此其振动时，振动体的整体振动和分段振动通常是比较有规律的，因此它们所发出的声音在音高上的排列也是比较有规律的，即除弦作整体振动以外，其二分之一段弦、三分之一段弦、四分之一段弦等等都在做分段振动，各分段振动频率大多呈现整数倍或接近于整数倍的关系，因此各分音之间的音高关系也是最为和谐的。

图 1.1.1 为弦的整体振动与分段振动示意图：



（二）弦振动所产生的“谐音列”

在物理声学中，复合音中所包含的每一个音都有自己特定的称谓，即将物体作复合振动时产生的每一个单独声音成分称谓“分音”。其中，物体作整体振动时产生的声音被称为“第 1 分音”，其他声音则依振动频率由低到高顺称为“第 2 分音”、“第 3 分音”等等。[①]

当然我们的人耳最终还是只能将这么多的分音合并为一个音响效果，那么到底我们人耳听到的是哪一个分音的音高呢？从音乐声学的角度来讲我们的主观音高是根据那个振动能量最大的分音决定的。因此通常情况下物体在作整体振动时所产生的第 1 分音的振动能量最大，因此

① 韩宝强：《音的历程——现代音乐声学导论》，中国文联出版社，2005 年，第 105 页。

第 1 分音是的振动频率往往决定着这个乐音的主观音高。因此在音乐学理论中将乐音的第一分音称为“基音”，而那些分段振动所产生的与基音音高呈整数倍或接近于整数倍关系的其他分音，则被统称为“泛音”。

一般情况下，复合音中的各个分音的振动能量都是依次逐渐递减的，基音的振动能量最大，它的振动频率就决定着乐音的相对音高。但是有的时候，由于一些主观的的操作手段或其他客观情况的存在，就会出现泛音的振动能量超过基音的振动能量，因此从听觉感知的角度讲，虽然基音的音高仍然存在，但是其振动能量已经弱于某一泛音的振动能量，对听觉的影响力也弱于这一泛音，因此这一泛音的振动频率，也就是该泛音的音高就决定了这个复合音的整体音高高度。

同样复合音中的其他分音虽然从表面上看并没有对该音的客观音高起到什么作用，但事实上，每一个分音对于我们判断该音的主观音高都起到了不同程度的影响。因此，即便我们主观上没有听得到其他分音的音高，但这些音高已经不知不觉在影响我们对音准的判断，而且这些分音随着振动能量的不同，对人的主观影响的作用也是不同的。振动能量越大，其音高对人耳的影响越大，反之亦反。通常情况下在一个复合音中，音高越接近于基音的泛音，其振动能量越大，所以从泛音列上看，序列号越靠前的谐音，其振动能量越大，对人耳的影响也就越大。

同样，真正能够体现振动体本质特征的就是该振动体的泛音数量和泛音之间的频率关系。不同的振动体，其泛音之间的频率关系也是不同的。例如，弦振动的各分音之间的频率比是呈接近于整数比的关系，即从第一分音至第二分音再至第三分音等等，它们之间的频率比是 1:2:3……；而膜振动所产生的各分音之间的频率就不构成整数比的关系，而是一种非整数比，具体为 1:1.59:2.14:2.30……[①]可以看到，膜振动所产生的各分音的频率之间没有任何规律可言。其他的板振动、棒振动等等大多数的振动体振动所产生的泛音之间都是非整数比关系。因此，实际上像弦振动这样，所产生的各个分音之间呈整数比关系的振动体在自然界中是占少数的。但是由于弦振动这一独特声学特性，使得弦乐器的发声听起来更具有明确的音高感和协和感，因此弦乐器在音乐领域中更加被人们认可和喜爱。

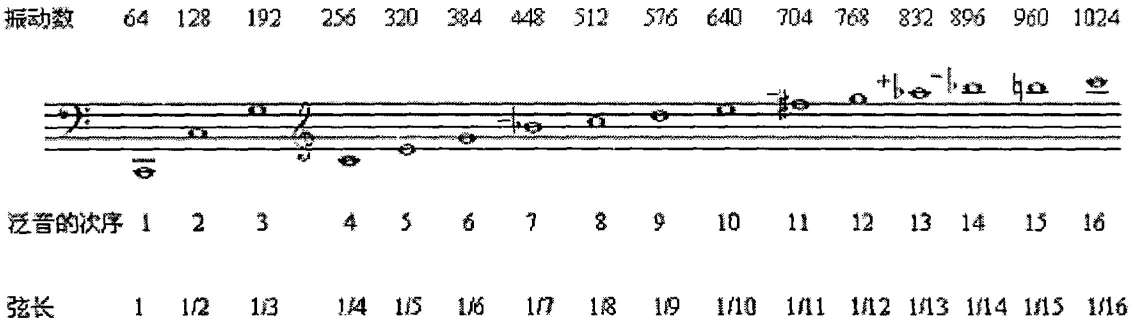
在音乐学理论中，我们用音乐学的表达方式，将这种有规律的和谐的复合音中的各分音的内在关系归纳成一个抽象化、理想化的音列，这就是我们现在所熟知的弦乐器的“泛音列”，由于弦振动的各分音之间的频率比是呈接近于整数比的关系，因此各分音之间的关系在听觉上十分和谐，因此也称其为“谐音列”。

当然，这个音列是一个概念化的模型，只是为了方便音乐学中的研究。其实在现实中每一个复合音都是独一无二的，虽然都是由基音和众多泛音组成的，但是每个复合音的泛音数量、泛音之间的音程关系都有差异，并非都像下面这个经过抽象化的“谐音列”中那样规范和

① 韩宝强，《关于“音”的性质的讨论》，《音乐理论：请注明你的有效性》，上海：上海音乐学院出版社，2004 年，第 17 页。

完美。

图 1.1.2 为弦乐器 C 音的谐音列示意图：



从上图我们可以得到这样几个结论：

首先，上图的五线谱展示的是，若该弦的基音为大字一组 C，那么其二分之一弦长振动的振动频率为全弦振动频率的 2 倍，因此所生得的泛音音高为基音的高八度音，即小字组 c；而其三分之一弦长振动的频率为基频的 3 倍，也就是第一泛音的 $\frac{3}{2}$ 倍，所生的泛音音高为第一泛音的上方纯五度，以此类推。

其次，上图的分音次序并不是按照基音和泛音分开标示的，而是统一的将基音作为第一分音，而第一泛音作为第二分音等等。这样做的好处在于每一个分音的序号与其振动弦长比的数值是相吻合的，例如第三分音与第四分音之间的振动弦长比即为 4:3 等等。

第三，谐音列中所展示的各分音之间的音程关系是多样的，例如第一分音与第二分音之间为纯八度，第二分音与第三分音之间为纯五度，第三分音与第四分音之间为纯四度，第四分音与第五分音之间为和谐大三度等等。由于分音的数量众多，因此我们也可以说，谐音列中含有我们音乐中用到的一切音程关系。至于选择其中的那些音程关系取决于不同时代不同地域不同文化背景中的人类长期以来形成的不同的音律规范。

第二节 弦乐器与中国传统律学之关系

一 “弦”乐器对三分损益生律法产生的影响

我们了解了弦振动的声学特点，也了解了弦振动发音的物理属性，但是具体弦振动与发声的音高的关系又是怎样的呢？

（二） 弦的有效振动弦长与音高的关系

通过上文的论述，我们知道弦乐的音高通常是由弦乐器整弦振动的频率决定的，也就是说音高是由复合振动中能量最大的振动频率决定的，通常情况下，弦振动中，基音的振动能量最大，因此，弦振动时基音的音高决定了弦振动的音高。前面我们讲过，弦的横振动是弦振动最主要的振动方式，所以我们看一下弦的横振动与弦基频振动频率的对应关系。

现代声学理论认为，影响弦乐器横振动频率的主要因素有三个：一是弦的长度；二是弦的材质，也就是指不同材料的弦；三是弦的张力，也就是弦的松紧程度。

因此。弦的横振动的基频计算公式为：

$$基频\ f0=\frac{1}{2L}\sqrt{\frac{T}{\rho}}$$

公式中，L 代表弦长，T 代表弦的张力，ρ 代表弦的密度（弦的粗细）。由这个公式可知，若弦的长度越短、张力越大、弦的密度越低，那么基频就会越高，也就是说音高就会越高，反之亦反。值得注意的是，不同材料的弦，它的张力和弦密度都是不同的，因此。如果弦的材料不同，那么即便弦的长度和粗细都一样，其发音高度也不会相同。在实际应用中，所有弦乐器都是通过改变弦的长短、张力和弦线密度来控制音高的变化。[①]

而对于同一根弦而言，它的密度 ρ 和张力 T 在同一时间内基本上是稳定不变的，因此弦的有效振动长度就成为改变音高的唯一手段了。通过上面的公式能够看到，弦的有效振动弦长与基音的频率成反比。也就是说，有效振动弦长越长，基频就越低，音也就越低；而有效振动弦长越短，基频就越高，音也就约高。因此，在同一根弦上，我们只需要通过改变有效振动弦长的长短就可以改变音高的高度了。

同时人类发现两个基频呈二倍关系的音，在主观听觉上是十分相似的，二者处于不同的音高高度，但是在对人的感觉量却是非常和谐的。而且对于弦振动来说，振动频率为二倍的两个音在谐音列中是最容易被察觉的，即第一分音与第二分音，因此，在人类音乐发展的历史中，振动频率呈二倍关系的两个音是被所有有不同文化差异的群体所共同使用的。

但是如何来表达这两个音之间的音乐关系，各个民族各个时代有着自己独特的命名方式。而在现代音乐理论中，将音高不同的两个音之间的关系统一描述成“音程”，而对于不同音程的命名则统一按照十二音体系将其分为大音程、小音程和纯音程。这样的音程描述体系虽然相对

---

① 韩宝强，《音的历程——现代音乐声学导论》，北京：中国文联出版社，2003 年，第 177、178 页。

比较简便而系统，但是却忽略了不同的文化背景和不同时代使得世界各地的族群对于不同音程关系的选择。尽管如此，在没有更为科学或简便的描述系统出现前，我们仍然需要运用此音程描述体系，在讨论不同民族或不同时代的音律特色时，只能采用此描述体系配以各种纠正值的方法来进行比较和研究。

有了音程描述体系后我们就可以对那些由不同振动频率所产生的音之间的音高关系加以描述了。例如振动的基音频率为 440Hz，那么它二分之一弦长振动时，所得到的复合音的基频约为 880Hz，而 880Hz 与 440Hz 所相对应的绝对音高之间的相对关系为和谐纯八度，因此可以得知在同一弦振动体上，弦长比为 2:1 的两个音的音程关系为纯八度。以此类推可知，和谐纯五度关系的两个音之间的弦长比是 3:2；和谐纯四度关系的两个音之间的弦长比是 4:3:；和谐大三度关系的两个音之间的弦长比为 5:4……。

从物理声学的角度来讲，弦振动的谐音列中的前几个分音，由于振动能量较大，其对弦的整体发音有很大的作用，我们听到的虽然是基音的音高，但是前几个泛音之间的相互关系早已不断地充斥着我们的听觉器官，为人类的各种音乐创作提供了原始的素材和心理准备。

（三） 三分损益生律法的生律基础

我国古代先贤们很早就发现了弦乐器振动弦长与所发音高之间存在着一定的关系，即振动弦长比为 3:2 的两个音与振动弦长比为 4:3 的两个音，它们之间的音程关系非常和谐。更重要的是，以同一个音的振动弦长为基准，与之弦长比为 2:3 和与之弦长比为 4:3 的两个音是呈倍半关系的。用现代音乐理论解释为：若以某音的振动弦长为基准，那么振动弦长为该音 $\frac{2}{3}$ 的弦，所产生的音高为该基准音的上方和谐纯五度；而振动弦长为该音 $\frac{4}{3}$ 的弦，所产生的音高为该基准音下方和谐纯四度；而该音的上方纯五度音与下方纯四度音之间却是一个纯八度关系。

正是对和谐纯五度和谐纯四度这两种音程关系的认可，我国古代哲人们建立了一种被称为是“三分损益”的生律体系，这种生律体系一直影响着中国古代整个音乐理论与音乐实践的发展，也造就了中国音乐独特的音律特征，成为中国古代优秀的文化遗产。

所谓“三分损益生律法”，包含了“三分损一”和“三分益一”两层含义。三分损一是指以某音为生律基准，将生成此音的振动弦长平均分为三份，去掉其中一份的振动弦长，剩下的两份弦长使其振动，假设我们把基准音的振动弦长设定为 1，那么三分损一后剩下的振动弦长为 $\frac{2}{3}$，新生音的音高为基准音的上方纯五度。而“三分益一” 同样是指以某音为生律基准，将生成此音的振动弦长平均分为三份，再加上其中一份的振动弦长，即假设我们把基准音的振动

弦长设定为 1，那么三分益一后所得到的振动弦长为 $\frac{4}{3}$，加长之后的弦长使其振动，便得到一个基准音的下方纯四度的新音响。

因此三分损益生律法就是由一个初始音出发，采用三分损一和三分益一交替进行的方法，产生一系列不同数量的音，然后将这些音在一个八度内按照音高顺序排列起来，就构成三分损益基础上的不同“音律体系”。

三分损益法从本质上来讲，它只是一种以自然音程为基础的人为生律方法，它是以上五度和下四度为生律基础的生律法。而我们知道下四度所得到的音与上五度所得到的音是成倍半关系，在承认八度倍半关系的三分损益生律法中，上五度下四度的生律方法并不能回到终点，而是形成了一个类似螺旋状的音律体系。

正是由于三分损益生律法自身这样的生律特点，使得中国古代历史上出现了很多的“律制”体系，倘若我们仔细剖析这些“律制”体系的内在结构，就可以发现，除了朱载堉的新法密律外，其他所有的“律制”都是以三分损益生律法作为生律基础的。它们之间的不同只是体现在两个方面：一反面是运用三分损益的生律方法，根据生律次数的不同，使得一个八度内所拥有的律位数量以及各律之间的相互关系有所不同；另一方面为了解决三分损益生律法所生的音律呈现螺旋状排列而不能周而复始这一问题，律学家们将所生各律之间稍作微调，使之在形式上能够完整。正是由于以上这两种因素，才使得中国传统律学展现了这样一种发展特征，即在生律方法统一的基础上的条件下，出现了多种律位数量以及各律之间音程关系都有所不同的“律制”，例如京房六十律、何承天三百六十律、王朴新律、蔡元定十八律等等，这都是由于三分损益生律法自身的生律特征所决定的。

二　中国古代作为调音定制的弦乐器——弦准

我们知道三分损益的生律方法只能够使用于振动材料单纯、构造相对简单的弦乐器或管乐器上，那么对于那些振动模式和乐器构造都相对复杂的其他材质，例如钟、磬等的定音乐器，又是怎样生成三分损益法所生的音律标准呢？由此我国古代便出现了用以“定音”的准器——笛准和弦准。

（一）“律准”的两种不同种类

我国古代先贤们不但认识到有效振动弦长与音高之间的规律性，同时也发现了吹管乐器管体自身的长度也与音高有着密切的规律性。同样都是能够通过改变自身振动体长短来改变音高的两种乐器，自然就被古人做成了调整其他定音乐器音准的标准器——律准。

同作为调音“准器”的“管”与“弦”两种振动材料，二者比较起来各自有其自身的优越

点。“管”相对于“弦”来说，其优点是：管实际上是一种定音乐器，也就是说，管乐器一旦制成后，其管体的整体构造和长度就都已确定了，因此其发音也就基本定型并且具有相对高的稳定性，这对于规范律制的绝对高度是必不可少的重要条件。因此我国用管乐器作为律准的历史可谓是非常悠久。吕氏春秋中是这样形容的：

> 黄帝令伶伦作为律，伶伦自大夏之西，乃之阮隃之阴，取竹于嶰谿之谷，以生空厚窍均者，断两节间，其长三寸九分，而吹之，以为黄钟之宫。[①]

从这一点看来，管律似乎比弦律更适合用于定律这一任务。但是事实并不是这样的，管乐器由于其自身不可控制的物理属性，使得其所生之律与精准的三分损益生律法所生之律有着微妙的差距，这一点对于“律准”来说是致命的。管乐器的这一客观表现当我们用现代乐器声学的理论去解释的时候，就会发现其真正的物理内涵了。

管乐器在现代乐器分类法中被划分为气鸣乐器类，它的特征就是通过不同的激励方式带动管乐器内的空气柱产生振动，然后通过各种调控机件改变空气柱的长度、强度和持续时间，从而使管乐器有了音高、音强和音长的变化。[②]

但是为什么管体的长度与所产生的音高不是呈现精确的对应关系呢，其主要原因这是因为空气柱的振动长度与管体的长度并不是精确的对应关系。首先，由于空气柱振动惯性的作用，使得波腹的位置会略溢出与管口；其次由于口腔不能使管口完全闭合，造成波腹的位置也会超出吹口。[③]这两个原因造成了管乐器发音振动体——空气柱比管体自身的长度要稍微长出一段距离，因此管乐器的发声比管体长度本身预想的发音要低一些。这对于管乐器作为“律准”是非常不利的。

这一点对于弦乐器来说则是毫无问题的，虽然相对于其他乐器，弦乐器作为一个非定音乐器，其本身并没有什么固定音高。但是由于其弦材料的特殊性，使得统一材质的弦乐器在其张力不变的情况下，自身通过改变弦长所产生的不同的音高之间的相对音高关系确实非常稳定的。因此，只要将弦振动调至一个标准高的，那么同一根弦通过改变弦长所产生的不同的音高是完全能够体现三分损益生律法所生音高的准确度的。

我国古代学者早已对管乐器和弦乐器的这一物理属性有所了解，因此汉代著名学者京房才会提出以弦作准的理念。对于“弦准”产生的原因，京房是这样解释的：

> 截管为律，吹以考声，列以物气，道之本也。术家以其声微而体难知，其

---

① 吕不韦，《吕氏春秋·卷六·季夏纪》，张双棣译注，北京：中华书局，2007 年。
② 韩宝强，《音的历程——现代音乐声学导论》，北京：中国文联出版社，2003 年，第 155 页。
③ 韩宝强，《音的历程——现代音乐声学导论》，北京：中国文联出版社，2003 年，第 156 页。

分数不明，故作准以代之。[1]

竹声不可以度调，故作准以定数。

（二）中国古代的“律准”

由于对弦乐器振动长度与所产生的音高之间有规律的对应关系，使得中国古代出现了很多用于生律定音的“弦准”，这些弦准根据各自所体现的不同律学家的生律理念，在形制上有各自的差异。

尽管最早在文献中明确提出“弦准”的是汉代律学家京房，但是在这之前早已有了以弦乐器调整其他定音乐器的先例。

例如，在《国语·周语》中记录了，周景王二十三年（公元前 522）年，伶州鸠答周景王问律时，提到的“立均出度”以及“度律均钟”，而三国时期吴国的韦昭对“度律均钟”这句话的注释为：

均者，均钟木。长七尺，有弦系之，以均钟者，度钟大小清浊也。

认为“均”是一种弦类的“律准”，其作用是用来调整“钟”的音高的。对于这一说法，历史上有三种看法：

一种意见是同意“均”、“均钟木”或“均钟器”是一种弦质的调音准器，除了三国时期的韦昭以外，东汉时期的学者宋均也是如此认为的，他把古乐书《乐叶图徵》中“圣人承天以立均”的“均”字注释为“均，长八尺，施弦以调五声六律”。还有明代倪复在其著作《钟律通考》中也将“均钟器”解释为“木长七尺，有弦系之”的弦乐器，并认为在汉代“大予乐”中已有此乐器了。

第二种意见认为“均”、“均钟木”或“均钟器”只是一种校音器，至于其材质或形制并没有具体的描述。例如在《隋书·乐志》中有这样一段文字：

汉志云：黄钟围九分，林钟围六分，太簇围八分。续志及郑玄并云：十二律空皆径三分，围九分。后魏安丰王依班固志，林钟空围六分，及太簇空围八分，作律吹之，不合黄钟商、徵之声，皆空围九分，乃与均钟器合。[2]

第三种意见则是不认同韦昭将“均”解释为一种弦准的观点，主要代表人物是朱熹。朱熹认为对于“均”为何意，《国语》本身并没有作出任何解释，而韦昭作为三国时期的人又怎么能

---

[1] 《后汉书·卷九十一·律历志上》，《二十五史》，上海：上海古籍出版社，1986 年。
[2] [唐]魏征：《隋书·卷十六·志第十一律历志上·律管围容黍》，中华书局，1973 年 点校本。

够知道呢。

韦昭是个不分晓底人，国语本自不分晓，更着他不晓事，愈见鹘突。[①]

在朱熹看来，中国历史上第一个明确提出“弦准”的人是汉代的京房。下面我们着重介绍几个在中国古代历史上比较有名的“弦准”及其生律特点。

（三）弦准存在的必要性

“律准”的产生为中国古代律学研究开辟了另外一番天地。但是律学家们为什么要制作一个“弦准”呢？主要有以下两个方面的原因：

首先，律学家们认识到“竹声不可以度调”这一实际问题，也就是说管乐器作为调音定律的“准器”，有其自然属性的弊端，即管体的长度与所产生的音高之间并不能像弦乐器那样呈现精确的对应关系，其原因我们在前面已经详细了解过了。因此京房认为需要用“弦乐器”来作为调音定律的“准器”。

其次，三分损益生律法自身所存在的一个重要问题，那就是在音乐实践中以及音高听觉上，弦长比呈倍半关系的两个音是时刻存在的，并且三分损益生律法的基础就是以同一音为生律基准，三分损一和三分益一所生成的两个音的音高关系就是倍半关系，也就是现在所说的纯八度。但是当用三分损益法的生律方法逐音生律时，人们却发现无论如何都不能产生一个与初始律完全吻合或称精确倍半关系的音，即“黄钟不能还原”的问题。这一问题一直成为历代律学家不断精研律学的内在驱动力。

三分损一生律法之所以会出现这一问题的本质原因是，三分损益生律法是古代先贤人为地以物体振动产生的自然音程——纯四度和纯五度为生律基础，衍生出一系列音高关系不同音律体系。这个体系中的任何一音只与“生它之音”和“它生之音”两音之间构成和谐的纯五度和纯四度关系，而该音与其他音之间的关系则是毫无规律可言。这就是三分损益生律法为什么会出现“黄钟不能还原”的本质原因。

对于这一理论与实践中所产生的矛盾，历代律学家各自都提出了自己的观点和解决办法。总体来讲，这些观点和处理方法可以分为三种类型。

第一种处理方法是忽略这一问题的存在。当人们以某一音为生律基准，采用三分损一和三分益一交替使用的生律方法后，会发现这样一个事实，即当连续生律十二次后，所得到的音与初始律的高八度音高很接近，但是又略有不同，若用数理的表达形式可以将十二次生律后所得到音的相对弦长表述为 $\frac{2^6\times4^6}{3^{12}}=\frac{262144}{531441}$，它比初始音的高八度相对弦长 $\frac{1}{2}$ 要短，也就是说第

[①] [清]李光地：《御纂朱子全书·卷四十一·乐》，《钦定四库全书荟要》，长春：吉林出版集团有限责任公司，2005年。

十二次生律所得到的音，要比初始律的高八度的音高稍微高一点，二者之间相差的距离极短，用现代音分表述体系表达，二者之间只相差约 24 音分，不足相邻两律的四分之一。因此一部分律学家认为这个第十二次生律所得到的音高就没有什么存在的必要性了，一个呈倍半关系的纯八度内只需具备前十一次生律所得的十二个音就已经足够了，这就是所谓的“仲吕极不生”。这种解释方法的优势是律制构成简单易操作。但是它也有其自身的缺点，那就是由三分损益法所生的这前十二律，将其按照音高顺序排列起来，相邻两律之间的相互关系不尽然相同，这为音乐实践带来了不小的问题。

对于“黄钟不能还原”这一三分损益法的理论缺陷，并不是所有的学者都如上述那样选择接受，而有相当多的学者选择了对其进行了各种的律学探索，以期望能够从理论上完善三分损益生律法的天生不足。其中一部分律学家选择了将三分损益生律法向纵深方向发展的方式，其中以汉代京房六十律和钱乐之三百六十律为最重要的代表。他们的理论出发点是严格按照三分损益生律法不断生律，直至得到一个近似始发律的音，从而达成“黄钟还原”的理论愿望。以京房六十律为例，京房运用三分损益生律法生了五轮十二律，共得到六十律，每一轮所生的十二律都比上一轮所生的十二律高一个古代音差，也就是约 24 音分。这样通过 53 次生律后得到的第 54 律，已经与始发律的音高非常接近了，从而也基本完成了“黄钟还原”的律学追求了。京房六十律中，原来传统十二律中每相邻的两律内，相差大半音的两律中间被追加了 5 个律位，而相差小半音的相邻两律中又被追加了 4 个律位。这些多加进去的律位并不是完全凑数的，在音乐实践中时常会被运用的。我们知道，三分损益所生的十二律中，相邻两律之间的关系并不是完全相同的，而是分为大半音和小半音，二者之间相差一个古代音差，约 24 音分。这种不均等的半音关系为音乐中的旋宫转调带来了一定的麻烦，因为音乐实践中所运用的调式中，音与音之间的相对关系是一定的，这就使得十二律在以各律为主音进行旋宫转调时必然会使用到某些超出十二律规定范围内的音，这时，京房的六十律就发挥了它的优势，为这些超出十二律律学规范外的音以确定的律位和律名。例如宫与商之间的相对弦长比为 9:8，二者相差约 204 音分；而仲吕律与林钟律之间的相对弦长比为 59049:16384，二者相差约 180 音分。那么当我们以仲吕律为宫音时，那么商音的音高位置就应该是一个比林钟律高约 24 音分的音位，若在十二律体系中就无法对这一音位进行描述，而在京房六十律中，我们就可知道这个比林钟律高一个古代音差的音，就是三分损益第十三次生律所得的“去灭”这一律。因此，京房六十律并不止单单在表面上完成了“黄钟还原”的这一律学理论追求，更为三分损益生律法在音乐实践中提供了更为详尽的理论基础。尽管如此，京房六十律仍然因为其繁多和复杂的律位而没有真正对音乐实践起到指导作用。

而与上述在一个纯八度内不断增加律位使之最终能够无限接近初始律的做法不同，一部分

律学家有了另外一种思路，那就是在保证八度之间呈倍半关系的基础上，将三分损益法所生的，包括初始律在内的十二律做内部调整，以使其能够在第十二次生律回到初始律高八度原位。这种做法的律学理想是既能够完成“黄钟能够还原”的律学理论追求，同时还可以满足“十二律旋相为宫”的音乐实践要求，当然这样的做法同时也已经超出了三分损益的律学规范，它最终催生了十二平均律最早在中国出现。当然在朱载堉之前，历代学者经过了各种不懈的努力，其代表人物有南北朝的何承天、隋朝的刘焯以及五代的王朴等学者。以何承天为例，他采取的方式是，将三分损益第十二次生律所得到的音与初始律高八度之间的弦长距离平均分为十二份，依次加入到三分损益所生的十二律中，这样每一律的弦长加长一点，音高就相应降低一点，致使第十三律与初始律之间不再存在差距。用何承天自己的话说：

承天更设新率，则从中吕还得黄钟。十二旋宫，声韵无失。黄钟长九寸，太簇尝八寸二厘，林钟长六寸一厘，应钟长四寸七分九厘强。[①]

尽管已经拥有了现代物理声学知识的我们知道何承天的这一方法并不能做到真正的“十二律平均”，因为，同样等长的弦长在不同的振动区域内所能代表的音高关系并不一样。但是这仍然不能抹杀何承天在中国律学史上的成就，虽然何承天的这个新律并不是真正的十二平均律，但是其在声音效果的表现上已经十分接近十二平均律的音程比例关系了。不可否认，对于三分损益十二律内部作小幅度的调整，是中国古代律学家摆脱三分损益生律法走出的很重要的一步。

当然历代律学家们做的所有的上述的律学探讨，其目的都是为了使律学理论能够更加贴合音乐实践，并且能够更好的为音乐实践提供理论指导。既然律学家们并不是只为了追求三分损一生律法形式上的完整，而是要紧密联系音乐实践，那么其理论在音乐实践中到底能不能实现其自身的价值，则成为证明该理论是否能够成行的重要指标。对于将自己的例如实践于何种音乐实践中，历代律学家们纷纷不约而同地选择了“弦”乐器作为其律学实验工具。在前文中我们了解了弦乐器的自身的声学属性，那就是在密度和张力相同的情况下，弦乐器的发音高低只与有效振动的弦长有关，一定的弦长比与能够精确地反应出其相对应的音程关系。因此，律学家们只需要按照自己的律学理念将所需要的音律高度在同一根弦长以弦长的方法标示出来，然后其他材质的乐器都以该弦上不同位置上发出的音高作为调律标准，这样便可在音乐实践中实现律学家们的律学研究成果了，而这个为其他乐器提供调音标准的弦乐器就被称为“弦准”。中国古代很多律学成就都是通过“弦准”而得以实现的，当然律学家的律学理念不同，其制作的

---

① 魏征：《隋书·卷十六·志第十一律历志上》，中华书局，1973年 点校本。

"弦准"在构造上也是不同的。下面我们就来看一下历代对律学研究起到重要作用的各种"弦准"以及它们各自不同的构造。

（四）历代"弦准"简介

1、京房弦准

我国文献中最早清晰记载的"弦准"，是西汉著名学者、律学家京房为其创制的"六十律"所做得"弦准"。京房通过多年的律学实践，提出了"竹声不可以度调"的观念，其原因是因为管乐器"声微而体难知，其分数不明"，因此需要用弦作"准"。京房认为，弦准的优点是声音明畅易达，并且弦准对于律学计算十分方便。而弦准唯一的劣势则是由于弦无定音，因此必须要有管乐器或其他乐器为它定其中一音，这样才能够使得弦准整体上的音律能够符合当时代的音律标准。

> **准之声，明畅易达，分寸又粗然。弦以缓急清浊，非管无以正也，均其中弦令与黄钟相得案画，以求诸律，无不如数而应者矣。①**

至于京房律准的构制，文献中则是提之甚少，只是在《后汉书·律历志》中有短短的几句话：

> **曰：竹声不可以度调，故作准以定数。准之状，如瑟。长丈而十三弦。隐间九尺，以应黄钟之律九寸。中央一弦下有画分寸，以为六十律清浊之节。②**

从这段文字中，我们只能看到京房弦准的一个大体轮廓，即为一个体型庞大的瑟状乐器，有效振动弦长长九尺，这样的准长长度一方面为了使准中所计算的众律位的律数能够与黄钟律长九寸、林钟六寸等传统律数能够吻合，更重要的是京房的律学体系是一个多律的律学体系，一个八度内共有六十个律位，如果弦准太短的话，就会出现各个律位紧贴在一起的情况，这样就很难达到分数昭然的效果。其次该律准共有十三弦，最中间的一弦，在其弦下标有六十律各个律位所处的位置，而对于其他十二弦各弦的粗细状况以及音律排列则并没有具体描述。另外，虽然文献中记录的京房准的形状像瑟，但是并没有明确表示它是否也想瑟那样在弦上设有弦柱。这一切的不确定都使得京房律准在相当长的一段时间内无人问津，同时也频临失传。

直到南北朝时，京房的六十律才又重新得到了统治者的重视。北魏神龟二年，名臣陈仲儒奏本皇帝，"请依京房立准，以调八音"，他还根据《后汉书·律历志》中所记载的京房六十律的律数以及对京房弦准形制的描述，重新制作了"弦准"。陈仲儒所作的京房弦准的构制是这样

---

① 《后汉书·卷九十一·律历志上》，《二十五史》，上海：上海古籍出版社，1986年。
② 《后汉书·卷九十一·律历志上》，《二十五史》，上海：上海古籍出版社，1986年。

的：

不辨准須柱以為本，柱有高下，弦有粗細，余十二弦复应，若为分數既[illegible]器宜精妙。其准面平直，須如停水。其中弦，一柱高下，須与二头临岳一等，移柱上下之时，不得离弦，不得举弦。又中弦粗細須与琴宫相类，中弦須施軫如琴，以軫調声，令与黄钟一管相合，中弦下依數畫出六十律清濁之節，其餘十二弦，須施柱如箏，又凡弦皆須預張，使臨時不動，即於中弦按畫一周之聲度著十二弦上，然後依相生之法，以次運行，取十二律之商徵，商徵既定，又依琴五調調聲之法，以均乐器。其瑟調以宫为主，清调以商为主，平调以角为主，五调各以一声为主，然後錯採衆聲，以文餙之，方如錦繡上來，消息調準之方立。①

陈仲儒认为准上是有柱的，但是中弦上的柱与其他十二弦上的柱是不一样的。他认为，中弦是定律的标准，因此中弦上的柱的高度要和临岳的高度一致，即与琴弦同高，这样才能保证中弦在移动柱的时候，琴弦没有任何张力的变化。而其他十二弦则需要“施柱如筝”，也就是想筝的码子那样，按照不同的音律将其安放在不同位置上，从而改变琴弦的振动弦长。其中在中弦的下方标示出了六十律中每一律的相对弦长位置，在实际定律中，需要哪一律只需在中弦上将柱移到该律的位置，然后找到相应的弦与之音高相吻合，便调律成功了，之后其他乐器便可按照十三弦的排律而各种调音了。

虽然我们不知道陈仲儒所做的“弦律”与京房自己所做的“弦律”是否完全相同，但是至少我们可以肯定的是，在中国历史上真的有这样一件乐器，它能在一个八度内拥有六十个不同的律位，同时它并不是一个纯粹的律学试验品，而是一个有真正实践意义的调律工具。

2、梁武帝“四通”

梁武帝的“四通”也是产生于南北朝时期，梁武帝，名萧衍，是南朝梁的创建者，精通音律。南北朝时期经过多年的战乱，文化受到了很大的冲击，很多传统都濒临灭绝，音乐方面也不能例外。有记载说当时“乐书沦亡，寻案无所”，“是时，对乐者七十八家，咸多引疏略，浩荡其词，皆言乐之宜改，不言改乐之法。”因此，梁武帝即位后，便自己亲自制作了四个弦准，将其命名为“四通”。《隋书·乐志》中这样记录的：

帝既素善钟律，詳悉旧事，遂自制定礼乐，又立为四器，名之為通。通受声，广九寸，宣声长九尺，临岳髙一寸二分。

每通皆施三絃，一曰：玄英通，应钟弦用一百四十二丝，长四尺七寸四分差强；

① 魏收：《魏书·乐志》，中华书局，1974年点校本，第2835页。

黄钟弦用二百七十丝，长九尺；大吕弦用二百五十二丝，长八尺四寸三分差弱。

二曰青阳通，太簇弦用二百四十丝，长八尺；夹钟弦用二百二十四丝，长七尺五寸弱；姑洗弦用二百一十四丝，长七尺一寸一分强。

三曰朱明通，中吕弦用一百九十九丝，长六尺六寸六分弱；蕤宾弦用一百八十九丝，长六尺三寸二分强；林钟弦用一百八十丝，长六尺。

四曰白藏通，夷则弦用一百六十八丝，长五尺六寸二分弱，南吕弦用一百六十丝，长五尺三寸二分大强；无射弦用一百四十九丝，长四尺九寸九分强。

因以通声转月气，悉无差违而还相得中，又制为十二笛。[①]

这里我们看到，梁武帝的"通"其实就是一种"弦准"，尽管这"四通"在形制上都是同一规格的，整体弦长为九尺，但是它们上面所张的每一弦的粗细和有效振动弦长都是不一样的。我们将这"四通"中的十二律按照弦的丝数和振动的弦长按照顺序排列下来：

表 1.2.1

律名	弦的丝数	三分损益法所得丝数	有效振动弦长	三分损益法所得振动弦长
黄钟	270（丝）	270（丝）	9（尺）	9（尺）
大吕	252	$189\times\frac{4}{3}=252$	约 8.43	$6.32\times\frac{4}{3}\approx8.43$
太簇	240	$180\times\frac{4}{3}=240$	8	$6\times\frac{4}{3}=8$
夹钟	224	$168\times\frac{4}{3}=224$	约 7.5	$5.62\times\frac{4}{3}\approx7.49$
姑洗	214	$160\times\frac{4}{3}\approx213.3$	约 7.11	$5.33\times\frac{4}{3}\approx7.11$
仲吕	199	$149\times\frac{4}{3}\approx198.66\approx199$	约 6.66	$\times\frac{4}{3}=$
蕤宾	189	$142\times\frac{4}{3}\approx189.3$	约 6.32	$4.74\times\frac{4}{3}=6.32$
林钟	180	$270\times\frac{2}{3}=180$	6	$9\times\frac{2}{3}=6$
夷则	168	$252\times\frac{2}{3}=168$	约 5.62	$8.43\times\frac{2}{3}=5.62$

① 魏征：《隋书·卷十三·志第八音乐上》，中华书局，1973 年点校本，第 289 页。

南吕	160	$240\times\frac{2}{3}=160$	约 5.32	$8\times\frac{2}{3}\approx 5.33$
无射	149	$224\times\frac{2}{3}\approx 149.3$	约 4.99	$7.49\times\frac{2}{3}\approx 4.99$
应钟	142	$213\times\frac{2}{3}=142$	4.74	$7.11\times\frac{2}{3}=4.74$

从上表可以看出，梁武帝所做的这“四通”，无论从用弦的丝数还是各律的弦长来看，都是严格按照三分损益的生律方法得到的。梁武帝又以“四通”中十二律的律高为标准制作了“十二笛”，“用笛以写通声，饮古钟玉律，并周代古钟并皆不差，于是被以八音，施以七声莫不和韵。”

3、王朴“弦准”

王朴是五代时期著名的律学家，在《旧五代史·乐志》中记载，周世宗显德六年枢密使王朴奉诏详定雅乐十二律旋相为宫之法，并造律准。王朴同样也认识到管子被用作律准的弊端，因此也做了“弦准”。王朴对律学的认识与何承天可谓同出一辙，他们认为声音倍半乃自然之法，但是若用三分损益之生律方法则得不到“黄钟半律”，所以他们没有沿用京房、钱乐之等的多律思维，而是采取了先固定黄钟倍半相应，然后再调整十二律各律内部的结构，以使得十二律在进行旋宫转调时能够“七声迭应不乱”。

依周法以秬黍校定尺度，长九寸，虚径三分，为黄钟之管。与见在黄钟之声相应，以上下相生之法推之，得十二律管，以为众管，至吹用声不便，乃作律准。十三弦宣声，长九尺张弦，各如黄钟之声；以第八弦六尺设柱如林钟；第三弦八尺设柱为太蔟；第十弦五尺三寸四分设柱为南吕；第五弦七尺一寸三分设柱为姑洗；第十二弦四尺七寸五分设柱为应钟；第七弦六尺三寸三分设柱为蕤宾；第二弦八尺四寸四分设柱为大吕；第九弦五尺六寸三分设柱为夷则；第四弦七尺五寸一分设柱为夹钟；第十一弦五尺一分设柱为无射；第六弦六尺六寸八分设柱为仲吕；第十三弦四尺五寸设柱为黄钟之清声。

十二声中旋用七声为均，为均之主者，惟宫征商羽角，变宫变征次焉。发其均主之声，归乎本音之律，七声迭应而不乱，乃成其调。均有七调，声有十二均，合八十四调，歌奏之曲由之出焉，旋宫之声久絶一日而补出。臣独见，恐未详，悉望下中书门下集百官，及内外知音者较其得失，然后依调制曲。①

① [明]朱载堉，《律吕精义·外篇四·四古今乐律杂说附录》，《乐律全书》第十五册，商务印书馆，1931年，第12、13页

表 1.2.2 为王朴律与传统三分损益法所生十二律之比较

弦序	律位	王朴各律律长	三分损益各律律长
第一弦	黄钟	9（尺）	9（寸）
第二弦	大吕	8.44	约 8.43
第三弦	太簇	8	8
第四弦	夹钟	7.51	约 7.49
第五弦	姑冼	7.13	约 7.11
第六弦	仲吕	6.68	约 6.66
第七弦	蕤宾	6.33	约 6.32
第八弦	林钟	6	6
第九弦	夷则	5.63	约 5.62
第十弦	南吕	5.34	约 5.33
第十一弦	无射	5.1	约 4.99
第十二弦	应钟	4.75	约 4.74
第十三弦	清黄钟	4.5	约 4.44

从王朴所记述的各律弦长来看，他所用的生律法仍然是三分损一法，但是他从第三次生律开始，每一律的弦长都比三分损益法所生之律的弦长要长一点。他这样做就是通过从南吕律开始，之后的每一次生律的弦长逐一增加，以使得仲吕最终能够还生清黄钟。虽然从现代声学的角度来讲，王朴与何承天一样都是误将“等比”当做“等差”来用，但是王朴的注意增加弦长的做法已经非常具有科学性了，因此，历史上也将王朴对律所作的更改称为“王朴新法”。

4、朱载堉“均准”

明代的朱载堉是我国最伟大的律学家之一，他“援琴证律”发明了“新法密律”，也就是现代人所说的十二平均律。其“新法密律”的律学特征就是将一个纯八度等比均分为十二份，每一份对应一律。他这样的生律方法最终解决了三分损益生律法仲吕不能还生黄钟以及十二律不能周而复始旋宫转调的一系列问题。

朱载堉为了能够将自己所创的“新法密律”运用于音乐实践中，特别综合了前代律学家所作的准器制作他自己的“均准”。其“均准”的形制为“兼有琴瑟二器之制”，准上张有十二弦，龈岳间五十寸，也就是有效振动弦长为五十寸。

新制准器斫桐为之，其状似琴非琴，似瑟非瑟，而兼琴瑟二器之制。有岳有龈，有轸有足則类琴；无项无肩，无腰无尾，却不类琴。首尾方直，底有二越，則类琴；

尾不下垂，弦不用柱，又不类瑟，故名曰均准，而非琴瑟也。

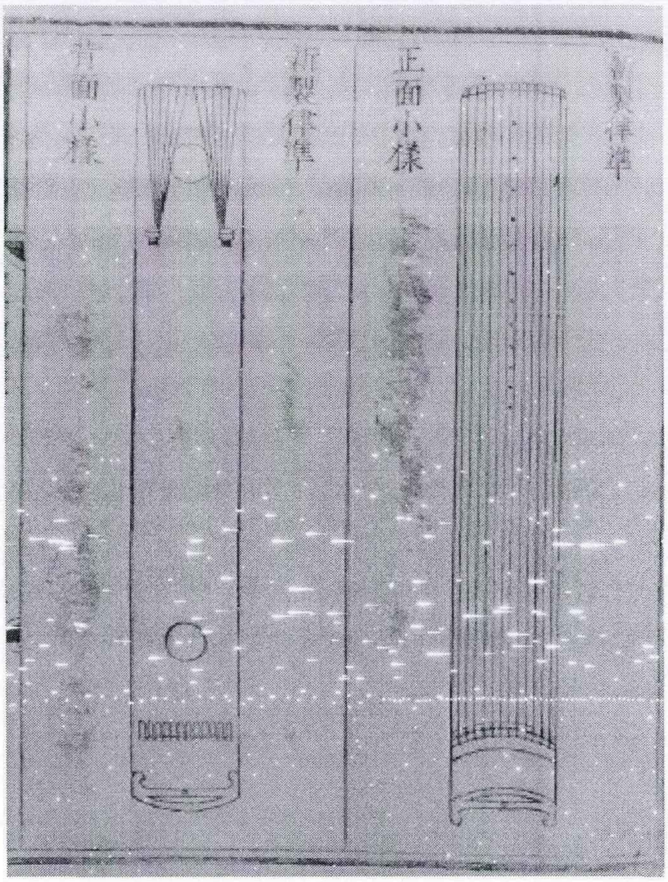
面底通以黑漆髹之，其尺則依横黍之度，通长五十五寸，象天地之數也；齦岳間五十寸，象大衍之數也；首尾皆广八寸，象八风也；兩端厚寸半，通足高三寸，象紀之以三也；两旁厚六分，象平之以六也；施十二弦，列十二徽，象成于十二也；齦高六厘，岳高六分，齦岳皆广五分，长八寸，象六律五声八音也；左右二越圓徑三寸，左至尾五寸，右至首一尺，象三五与一也；底面之木各厚四分，象四时也；藏律管于底内，自首端达于越。①

同时朱载堉在他的“均准”的琴体上将三分损益法所生的十二律与新法密律所生十二律的弦长位置分别用红色和金色将其标识。红色代表三分损益法所生之律，金色代表新法密律所生之律，同时准上还像琴一样镶嵌了十二个徽位，但是这十二个徽位是用来标识新法密律所生的十二律位置。

各照新舊二率律度之數，横界相连，凡二十四道。旧率之道，以朱别之，而无徽；新率之道，以金别之，而有徽。徽在脊之中，中形如芥子，宜小不宜大，与常琴之徽异焉者。恐侵朱道，故也群弦之下，金道之左，凡百四十四处，各镌律名，首字为识字画，皆飾以金，按画取声与本律相同也。金道朱道之側近边，細书新旧所算之數，使览者易晓焉。②

图 1.2.1 朱载堉“均准”小样示意图：

① [明]朱载堉，《律吕精义·外篇四·四古今乐律杂说附录》，《乐律全书》第十五册，商务印书馆，1931 年，第 13、14 页。
② [明]朱载堉，《律学新说·卷一·立均第九》，冯文慈点注，北京：人民音乐出版社，1986 年，第 55、56 页。



不但如此，朱载堉还对其“均准”的定律准则以及用弦的具体要求都给予了详细的描述。

> **定弦之时，吹黄钟之声以為准则也。額舌軫足护軫等制大抵如琴，惟龙齦及焦尾頗与琴不同，其弦粗細与琴无异，以琴弦佳者两副作一副。首弦中弦单用，余皆双用焉。大弦外边有刻画，自岳至齦均为九寸，每寸九分，每分九厘，九寸之律也。小弦外边亦有刻画，自岳至齦均为十寸，每寸十分，每分十厘，拟十寸之度也。**

尽管朱载堉的“新法密律”在今天看来是解决旋宫转调的最好解决办法，但是由于他从彻底上打破了传统三分损益法的生律基础，而不是像何承天、王朴那样在三分损益生律的基础上对十二律作简单的内部调整。因此，朱载堉的“新法密律”从来没有被封建统治者所重视，致使我国对于十二平均律的音乐实践被推迟了三百多年。

尽管如此，我们仍然不能否认弦乐器在中国古代律学发展史上所起到的举足轻重的作用。从三分损一生律法的创制到各种对于三分损益法的修正与补充都少不了弦乐器的身影。一方面它承担了作为律学研究的实验工具的任务，另一方面它又可以作为“律准”用以调校各种定音乐器的发音定律。

当然弦乐器并不单单只有这两方面的作用，其更多的用途则是作为“演奏乐器”而存在于音乐实践中。而作为乐器的它们，其定音运律又是怎样的呢？它与作为“律准”的弦乐器相比又有哪些独特的律学特征呢？这就是下面我们要论述的主要内容。

第二章 “琴”的构制及其声学构制

中国古代弦乐器可以根据其功能的不同分为两大类，一类是用于为其他定音乐器调音定律的“律准”，例如京房准、王朴准、朱载堉均准等；另外一类则是用于音乐实践中的“演奏乐器”，如琴、瑟、筝、筑等。同作为弦乐器，这些“演奏乐器”的定音运律与弦准是否有差异呢？答案是肯定的。当然因为它们同属于弦鸣乐器，因此在一些基本的乐器声学上它们是有共同点的，但是既然是不同的演奏乐器那么它们必然有其独特的乐器构造和表演方式，这些独特的主观与客观因素与每个时代不同的律学追求最终共同成为影响乐器律制的主要因素。

第一节 “琴”之起源

“琴”作为中国最古老的弦乐器在中国古代音乐史上、乐器史上甚至是文化史上都有着举足轻重的地位。其独特的乐器构造和音色特点得到了掌握时代精神话语权的“文人阶层”青睐，这也使得“琴”与芸芸众乐器中独树一帜，被称为“八音之首”，享有着其他乐器难以企及的精神内涵。历代文人都以极大的热情投身于琴乐当中，纷纷为其立传著书。正所谓“君子之座，必左琴右书”，“琴”一时成为古代文人的思想文化载体和精神寄托之“道器”。

> 形而上者谓之道，形而下者谓之器。琴者，士君子常御之乐也。朴[illegible]而为器，理觉而为道。惟士君子乐得其道，而因心以会之，盖将终身焉。虽无故斯，须不撤也。故能出乎朴[illegible]之器，入乎觉理之道。卒乎载道而与之俱矣。[1]

文人们在成千上万的乐器中为何单单选中了“琴”作为他们修身养性、抒情言志的载体呢？除了历代文人自身的主观选择外，更重要的是“琴”这件乐器本身独特的乐器构造所带来的一系列客观条件为文人们提供了更多的发挥空间。因此，现代无论要讨论琴学中的哪个部分，都要从“琴”这一乐器本身的乐器结构入手。当然在讨论琴器本身之前我们要先了解一下琴的起源以及现代意义上的琴即“七弦琴”，是从何时真正定型的。

一 七弦琴的起源

琴如同中国其他古老的乐器一样是远古劳动人民的智慧结晶，它不是一开始就成为“圣人

[1] [宋]陈旸，《乐书·卷一百零三·十二律·律吕围径》，台北：台湾商务印书馆，中华民国 75 年(1986 年)

之器”或“君子修养之具”，而是劳动人民抒发感情的工具，具备乐器娱人悦己的基本属性。也一点在众多古代文献中都有所表现。例如《诗经》，它是我国最早的一部诗歌总集，也是中国韵文的源头，它内容丰富，对周代社会生活的各个方面，如劳动与爱情、战争与徭役、压迫与反抗、风俗与婚姻、祭祖与宴会，甚至天象、地貌、动物、植物等各个方面都有所反映。在《诗经》中就有一些描写古琴的诗句，例如《风. 关雎》中的“窈窕淑女，琴瑟友之”；《雅. 鹿鸣》中的“我有嘉宾，鼓瑟鼓琴。鼓瑟古琴，和乐且沉”；还有《雅. 鼓钟》中的“鼓钟钦钦，鼓瑟古琴，笙磬同音”，这些诗句都为体现了琴这一乐器人与民的日常生活息息相关，同时也为今人更好地认识古琴在中国古代文明中的地位提供了难得的资料。但是“琴”这一乐器到底是起源于何时又是由什么人创制的呢？“七弦琴”的标准形制又是何时确定的呢？下面我们从文献及考古的发现两个方面讨论一下这一问题。

（一）文献中记载的“琴”的创制者

对于“琴”到底是起源于何时，其早期乐器的演变脉络又如何，始终是一个破朔迷离的问题。具现代学者研究“琴”的产生从殷商时代开始算起至少已经有3000多年的历史了，但是在中国古代传说中，琴却是产生于更早的上古时代，这在汉代之后的文献中有大量的记载和描述，但是这些文献却都不是琴器产生的同时代的文献，而多是后人对于上古时代的考证和描述的文献。纵览历代文献与上古传说，对于琴的创制者并无定论，有伏羲说、神农说、黄帝说、唐尧说、虞舜说几种，总体上都是上古时代各个部落的统治者。这样的描述说明了琴的两方面特征，一是说明了琴的历史实在太悠久了，对于后人来说它的产生时代甚至可以与人类的诞生时代相呼应；第二说明了琴在当时代的重要地位，它被认为是“正统”的表现，因此创制它的人也必然是华夏文明的创始人或统治者。以下为各个文献中对于琴的起源的描述。

1、相关伏羲说的文献有：

蔡邕《琴操》：昔伏羲氏作琴，所以修身理性，返天真也。
伏羲氏作琴，弦有五，象五行，归田赋，弹五弦之妙指。

《白虎通》：琴始自伏羲所作。

《晋志》：农瑟，羲琴，达灵成性，象物昭功。

《广雅》：伏羲氏琴长七尺二寸，上有五弦。

《琴书大全·琴本制起象》：昔者伏羲氏之王天下也，仰以观象于天，俯以观法

于地，远取诸物，近取诸身，始画八卦，扣桐有音，削之为琴。尔雅曰：大琴为离世，或传此是伏羲所制也。[11]

2、神农五弦琴：

《世本》：神农作琴，又曰琴长七尺二寸。

桓谭《新论》：神农始削桐为琴，绳丝为弦，以通神明之德，合天地之和。今琴四尺五寸，法四时五行，又曰神农氏为琴，七弦足以通万物，而考理乱也。

《广雅》：神农氏琴长三尺六寸，有五弦，曰：宫、商、角、征、羽，王增二弦，曰：少宫、少商。

《淮南子》神农氏初作琴。

《乐书》曰：神农乐曰，下谋造五弦之琴，说文神农所作洞越练朱五弦周加二弦

杨雄《琴清英》曰：神农造琴。

3、黄帝琴：

梁元帝《纂要》：古琴名有清角，黄帝之琴。

《韩非子》：黄帝作清角，合鬼神于泰山之上。

《大晟乐书》黄帝鼓清角之琴，以大合鬼神，而凤凰蔽日；尧鼓琴而天神格；舜歌南风而天下化。

尧五弦琴：

谢希逸《琴论》曰：神人畅，尧帝所作。尧弹琴，感神人，现故制此弄也。

[11] 《琴书大全·琴制·杨祖云琴制·安徽法》，蒋克谦撰，《琴曲集成》第五册，中华书局出版，2010年，第89页。

《通礼》纂尧使无句，作琴五弦。

舜五弦琴：

《乐记》：舜作五弦之琴，以歌南风。▯始制乐，以赏诸侯。注▯欲舜与天下之君，共此乐也。

《史记·乐书》：舜弹五弦之琴，歌南风之诗，而天下治。

扬雄《琴清英》曰：舜弹五弦，天下化。

禹琴：

《大周乐正》曰：禹上▯稽者，禹之所作也。决江河，上会稽山，自是之后百姓降，丘黎庶乂，安弹琴以自叹乐府集。

谢希逸《琴论》曰：神人畅，尧帝所作。舜作思亲操，孝之至也。夏禹治水，而作襄陵操。

七弦琴：

《通典·广雅》曰：五弦象五行，琴长三尺六寸六分，象三百六旬六日。广六寸，象六合。大弦为君，小弦为臣，文王武王加二弦，以合君臣之恩。

我们知道任何一种文明的起源都不是一蹴而成的，而是一个漫长的、逐步发展和完善的实践过程。古人往往喜欢把某种事物的产生归功于某为代表人物，因此无论是伏羲、神农，还是黄帝、尧舜，他们都是中国古代史传说时代的首领，他们代表了中华民族文明的肇始时代。人们之所以将创制琴瑟以及其它开启中华文明与文化的宏伟业绩，都归之于这些远古时期的代表人物，并加以褒扬和赞颂，本质上都是体现了炎黄民族尤其是先秦以及其后儒家对于文明肇始时代的这些贤圣、先王的尊崇与敬仰。

（二）从历史遗留下的文物中看琴的起源

上述文献中关于琴的起源的记载，因年代久远并且无原始实物传世，因此只能作为显示古琴悠久历史之佐证，而不能成为考证古琴起源的明确文献。从古代琴的实物留存情况来看，目前我国存于世上最古老的琴为唐朝制造的琴，它们的整体造型和构制已经与现代通行的琴的构制基本一致了。例如北京故宫博物院所藏的三把唐琴：一为“九霄环佩”琴，为唐代西蜀雷氏所斫，堪为传世唐琴之最，此琴通长124.5厘米；二为“大圣遗音”琴，为清宫旧藏，斫于唐至德丙申（756）年，堪为中唐时期的典型作品。该琴为神农式，琴体通长122厘米；三为“飞泉”琴，传为西蜀雷氏斫，是晚唐琴的代表作。此琴为连珠式，通长121.7厘米。

但是唐代以前之琴的面貌如何，目前则无传世真品可见，因此，现在我们所说的“琴”即“七弦琴”，它的基本构制的定型绝对是在唐朝之前，但是具体到哪个时代，单从文献的考证中是很难断定的。

但是到了二十世纪，尤其是50年代以来，在近代考古学的发现成果中，出现了许多关于古代乐器的考古文物，这些古代乐器实物的发掘不但为音乐研究提供了前所未有的重要资料，同时也成为古代文献研究的重要佐证。

近几十年来出土之重要类琴实物大概有五器，按出土时间排列分别是：

一为1973年湖南长沙马王堆出土的西汉墓之七弦琴，全长82.4公分。

二为1978年湖北随县出土的战国曾侯乙墓之十弦琴，全长67公分。

三为1980年湖南长沙五里牌出土战国墓之九弦琴（暂称），全长79.5公分，可惜发现的时候已不见岳山、弦、轸等琴上配件，但根据龙龈上九条弦压痕可以推断，其琴弦弦数貌似为九弦或更少。

四为1993年湖北荆门市郭店村出土的战国墓之七弦琴，全长82.1公分。

五为2002年湖北枣阳九连墩2号墓出土的战国十弦琴，此琴十弦，通高7.5厘米、通长73.5厘米、宽25厘米。琴面无徽，琴身分为音箱与尾板两部分。尾板微翘，其下有拴弦柱。通体在黑漆上朱绘纹饰，并浮雕凤纹等，是迄今所见先秦至西汉时最精美的古琴之一。

出土的五琴与现今所通行的七弦琴在构制上有很大的不同：

首先，这五琴都琴体短小，约为今琴三分之二长，体形首宽尾狭，面板后段为实木，前段挖成T型槽腹，与活动式之底板合为共鸣箱，即半箱式的分体琴。这与今琴面、底等长并整体挖空，面底板胶合后，不能在再启音箱的构制有很大不同。

其次，这五琴琴面上张弦的数量并不相同，有七弦琴，有九弦琴还有十弦琴，而现代的“琴”通常特指“七弦琴”。当然如果琴弦数量不同，那么演奏中的实际运律自然也就有所出入。

再次，出土这五琴的琴面全都没有“徽”位的设置，琴弦距离琴面距离非常短，同时琴面都有一定的起伏或装饰，尤其是2002年湖北枣阳九连墩2号墓出土的战国十弦琴，通体在黑漆

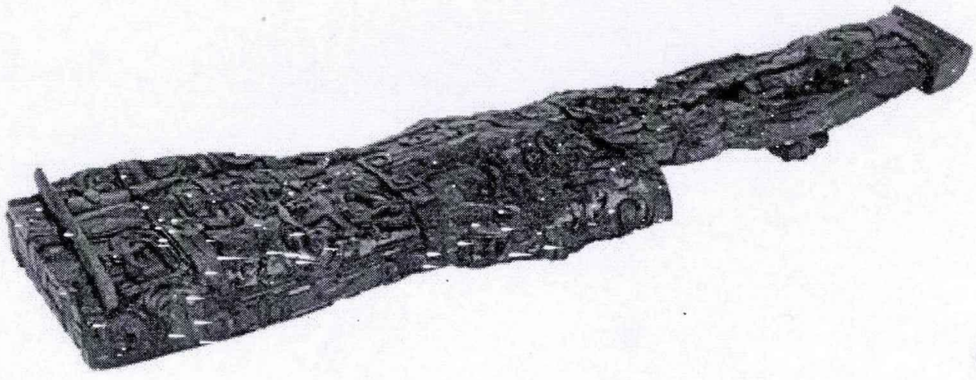
上朱绘纹饰，并浮雕凤纹等，这些构造都决定着这些乐器并不适合在一根弦上横向取音，或者可以这样说，这样的构造在一定程度上限制了琴上的泛音演奏技巧和横向走音技巧。

尽管这些出土的琴类乐器与现代七弦琴有诸多的不同，但是我们之所以还称其为“琴”类乐器，而不称之为其他弦乐器，例如瑟、筑等，是因为决定这些弦乐器的声学特征与现代琴的声学特征十分相似，即它们都是通体张弦，并没有像瑟的柱等那样的限制音律的设置，同时它们还俱有类似乎今之岳山、龙龈、琴轸等部件，　系弦法亦相似。

当然，对于这些出土的“琴”类乐器到底是不是现代七弦琴的前身，考古界与音乐界的学者对其有不同的意见，一部分学者认同这些弦乐器是今天古琴的前身，是古琴的早期实物；另有一部分学者持有异议，他们以为这些弦乐器的形制与古籍所载之琴不符，其与今天所说的古琴只是同宗异族的关系而非前后继承发展的关系。

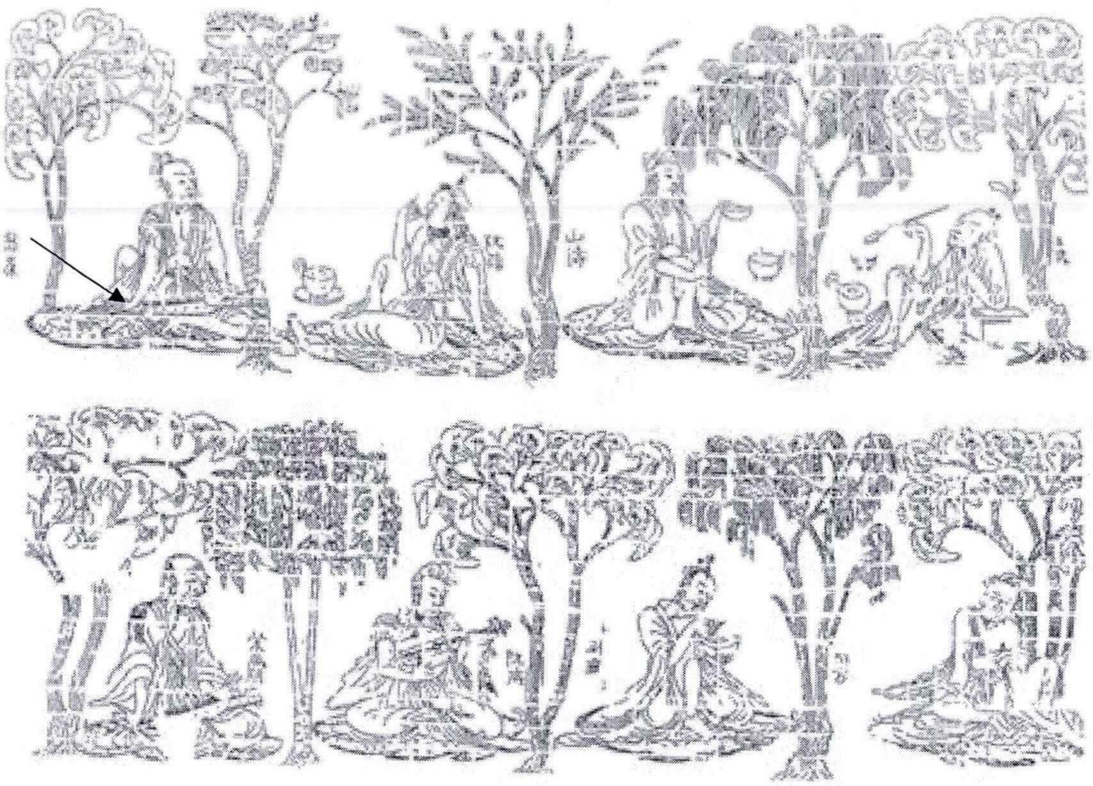
图 2. 1. 1：1978 年湖北随县出土的战国曾侯乙墓之十弦琴

图 2. 1. 2：2002 年湖北枣阳九连墩 2 号墓出土的战国十弦琴



而真正现代意义上的“琴”也就是七弦琴，其形制与构造到底于何时定型，就目前我们所掌握的文献资料来看，还不足以证明。但是仅自近代考古所得及现存古画中略窥其一二。诸如宋摹本东晋顾恺之斫琴图中，具见当时琴式内外及制琴施漆过程；南京西善桥南朝墓内“竹林七贤”的砖壁画，不但为我们清楚地描绘了东晋之琴型，更第一次出现琴徽图像。

图 2.1.3：南京西善桥南朝墓内“竹林七贤”的砖壁画拓本，图中上方第一人（嵇康）腿上平放一琴，琴的外侧清楚标有“琴徽”。



通过这些实物的资料，我们能够推论出：七弦琴的形制，最晚至东汉末年就已经是现在我们所见的样式了，即琴通体张有七根弦，琴面外侧标有 13 个徽位的箱体乐器。它也是今天我们所讨论的“琴律”的研究主体。

二　七弦琴的乐器构造

在“德成而上，艺成而下”的古代中国，“琴”这一特殊的器乐承载了古代先贤们几乎所有的精神追求，并为它赋予了太多的文化符号，其深厚的历史背景和文化底蕴，是中国历史上任何一种乐器所无法比拟的。

（一）　古琴之形制构造

古琴整体是一扁长形音箱，长约 120-130 厘米，宽约 20 厘米，厚约 5 厘米。面板又称琴面，是一块长形木板，表面呈拱形，琴首一端开有穿弦孔，琴尾为椭圆形，在项、腰处两旁有月牙形或呈方折凹人。底板又称琴底，形状与面板相同但不作拱形，是在整块木料下半部挖出琴的腹腔。底板开两个出音孔，称龙池、凤沼，腰中近边处设两个足孔，上安两足，称颂足。面、

底板胶合成琴身，在琴首里面粘有舌形木板，构成与琴腹相隔的空间，叫作舌穴。面板背部设音梁，又称项实。琴腹中有两个音柱，称天柱和地柱。弦轴又称琴珍，多为圆形或瓜棱形，中空（穿弦用），琴弦由丝绒绳系住拴绕于琴轸上。琴弦用丝制缠弦。岳山镶嵌于面板首部，也开有穿弦孔。底板上有四个琴脚，琴首部两个叫凫掌，琴尾部两个叫焦尾下贴，起垫平琴身的作用。面板上嵌有十三个螺钿或玉石制作的徽，用以标记音位。

在前文中我们讲到，在自然文化图腾崇拜下，琴的起源被赋于三皇五帝所创，琴作为“是以通万物而考理乱”的道器，其身通神灵，琴成为了有生命之物体了。

古琴的形制就是依据中国古代天地人之关系的观念而构造的。

陈氏乐书曰：古者造琴之法，削以峄阳之桐，成以檿桑之丝，徽以丽水之金，轸以昆山之玉。虽成器在人，而音含大古矣。盖其制，长三尺六寸六分，象朞之日也；广六寸，象六合也；弦有五象，五行也；腰广四寸，象四时也；前广后狭，象尊卑也；上圜下方，象天地也；晖十有三，象十二律也，余一以象闰也；其形象凤，而朱鸟南方之禽，乐之主也；五分其身，以三为上，二为下，参天两地之义也。①

还是《五知斋琴谱·上古琴论》中：

昔者伏羲之王天下也。仰观俯察，感荣河出图，以画八卦，听八风以制音律，采峰山孤桐，合阴备阳，造为雅乐，名之曰“琴”。

琴制长三尺六寸五分，象周天三百六十五度，年岁之三百六十五日也。广六寸，象六合也。有上下，象天地之气相呼吸也。其底上日池，下日沼。池者水也，水者平也。沼者伏也，上平则下伏，前广而后狭，象尊卑有差也。上圆象天，下方法地。龙池长八寸，以画几风。凤沼象四寸，以合四气。其弦有五，以按五音，象五行也。大弦者君也，缓和而隐。小弦者臣也，一清廉而不乱。追至文武加二弦，所以雅合君臣之恩也。②

文献中对于琴体的长度的论述各有不同，但是都有其所指的象征意义。在这种思想的指导下，琴体的各个部分都有自己与所象征之物相对应的名称。从整体形制上来讲古琴的形制是依凤身形而制成，并与凤身的各个部位相对应，包括头、颈、肩、腰、尾、足等；从各部位

琴首，也称之为“额”，在额的下端镶有一条硬木，用以架弦，由于它是琴体最高的部分，因此称之为“岳山”，也可称“临岳”。岳山边靠近额的一侧，镶有一条硬木条，称为“承露”，

① 马端临，《文献通考·卷一百三十七·乐考十·丝之属》
② 徐祺，《五知斋琴谱·上古琴论》，《琴曲集成》第十四册，中华书局出版，2010年

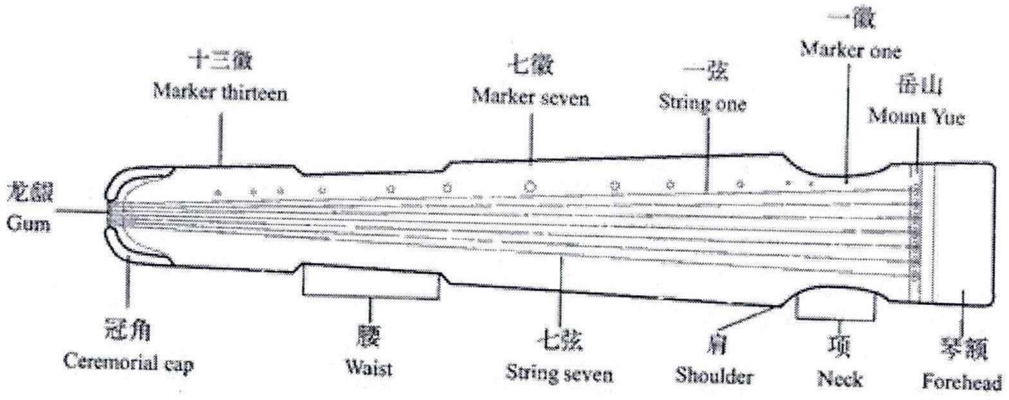
上有七个“弦眼”，是用以穿系琴弦。

琴尾处镶有刻有浅槽的硬木，被称之为“龙龈”，它也是用以架弦。龙龈两侧的边饰称为“冠角”或“焦尾”。

七根琴弦上起承露部分，经岳山、龙龈，转向琴底的一对“雁足”， 所以虽然我们通常都说琴是通体张弦，但实际上真正的有效振动琴弦是从岳山至龙龈的距离，而不是琴体的长度，这一点对于琴律研究是非常重要的。

琴面上除了以上这些构造外，还有另外一个最具有特色的设置，即琴面上方外侧镶有的十三个“琴徽”。琴人们在长期音乐实践过程中发现，在琴上在某些特定的位置若以某种特定的演奏方法可以演奏出与按音音色和音高都不同的音响，这种不同于按音和散音的音响效果就是我们现在所说的泛音，而将那些可以发出泛音的位置用“琴徽”的方式固定下来，同时也为音乐实践中手指寻找音位提供了方便。

琴之所以与其他弦乐器的律制有所不同，正是由于“徽位”的存在，使得琴上用律超出了中国传统乐律范畴内的律学规范，并与之在客观上产生了一定的矛盾和问题．这也正是琴律研究最主要的内容。



就构造而言，琴的各部分结构十分合理。其体积不大不小，既便于携带，又方正雅致。有心品琴，其形已足以使人心怡。

古琴样式繁多，明初《太音大全集》中录琴型式 38 种，明末《文会堂琴谱》等，琴式已增至 44 种，清初《五知斋琴谱》中更多达 50 余种。现在常见的只有十四个琴式：仲尼式、伏羲氏、列子式、连珠式、灵机式、落霞式、伶官式、蕉叶式、神农式、响泉式、凤势式、师旷式、亚额式、鹤鸣秋月式。其中最著名的九霄环佩就是伏羲式。这些不同的样式主要区别在颈与腰内收的弧度与方式，从而追求一种不变之变、动中寓静的审美效应。

第二节　琴的乐器声学构成及发音特点

一　琴的乐器声学构成

（一）现代乐器声学中对乐器声学构成的阐释

现代声学的理论认为，世界上任何完备的乐器都包含四个声学结构：

第一是乐器发声的振动体，即能够产生振动并发出声音的物体，例如弦鸣乐器中的弦、体鸣乐器中的乐器自身等。通常情况下振动体自身材质的密度、尺寸和对其施加的压力这三方面因素直接决定着乐器的振动频率，换一种方式说振动体的以上三方面因素直接决定着乐器的发声音高。

第二是激励体，即能激发振动体振动的物体，也就是说振动体自身是不会振动的，必须要有一个外力对其进行激励，才能使之振动，这个外力的施加者就是激励体。不同的乐器它们的激励体材质和激励方式也是不同的。如钢琴的激励体与激励方式为琴槌击弦、提琴的激励体与激励方式为琴弓拉弦、还有古琴的激励体和激励方式为为手指拨弦等等。这些不同的激励材料和激励方式对于乐器的音色有很大的作用。

第三是共鸣体，即扩散振动体振动能量的物体。共鸣体通过共鸣系统来加强振动体的振动能量，并将其扩散，以达到增大能量的作用。尤其是弦乐器，由于其本身单纯弦的振动所产生的声能辐射范围有限，音量就很小，因此绝大多数弦乐器都经过共鸣系统来加强弦振动的声能扩散。除此之外共鸣体还常常与振动体产生耦合作用，这对于某些乐器来说，其共鸣体不但能够起到调节音高的作用，更能够改变乐器的音色效果。从这个角度来看，对于某些乐器，我们可以通过调整其共鸣体系的声学性能来改善其声音性能，这对于乐器制作来说是非常重要的。

第四是调控装置，即对乐器的音响和演奏性能加以控制的装置，如钢琴的键盘、风琴的风箱、琴的琴轸等等。演奏者可以通过这些声学调控专著对乐器的发声状况加以控制和改变。

以上这四个部分就是一个声学性能比较完备的乐器所应该具备的声学构造。通常情况下乐器的声学构成的完备程度决定着约其的发音性能，也就是说乐器的声学构成越完备，其发音性能越好。当然并不是世界上所有的乐器都必须具备这四个声学结构，对于一个乐器来说，它既然能被称为是乐器，就必须具备其中的两个声学结构，即振动体和激励体，如果少了这两部分结构，根本就无从发声，也不能称之为乐器了。①

了解过乐器的声学结构后，我们以“琴”为研究对象，从琴的声学结构入手，看看其对于琴乐的影响有哪些。

（二）　琴器的声学构成

① 此部分参考韩宝强《音的历程——现代音乐声学导论》第九章第一节，乐器的声学构成与第十一章第一节弦乐器的发音原理概述两部分，第 135、136 和 176 页。

我们知道“琴”是弦鸣乐器家族中的重要成员，那么“琴”这个乐器的振动体毫无疑问就是“弦”了，因此弦的品质直接影响着古琴的各种音乐特征。中国自秦汉以来就有“削梧为琴，绳丝为弦”的说法．这里所谓的“丝”是指“蚕丝”，丝弦也就是用蚕丝缠制的弦。对于琴来说，其振动体“丝弦”便成为影响琴乐中各个音乐熟悉的重要因素，它不但如上文中所提到那样决定着琴的基本音高，更是对琴的演奏方式、演奏技法甚至是琴乐审美有着重要的作用。

古琴上通体张有七根弦，也就是说七根弦空弦的有效振动弦长是相同的，因此，若要改变其基本音高，可以采取扭动琴轸以改变弦的张力，从而改变弦的基本音高。我们知道，张力越大，音就越高，而古琴是从一弦至七弦，音高逐渐变高，因此七弦所需要承受的张力最大。但是古代丝弦的张力并不是很大，所以很容易断。所以古人还通过改变琴弦的密度这种方法加以辅助，因为在张力和弦长都相同的情况下，弦越粗，音越低，而弦越细，音越低，所以古琴中一弦的弦最粗，七弦的弦最细，这样的设置，避免了七弦张力太大的问题。

琴七弦均齐，其律之分寸在缓急，苟不别巨细，止以缓急定之声，声亦未始不相应，特未能各得其所受之量，声虽应而不谐，必以巨细别之，而后至和之声出焉。①

其次，我们知道琴弦自身的振动能量非常微小，根本不足以用以演奏，绝大多数的弦乐器都需要经过共鸣体的共鸣体系来增加弦振动的能量，因此共鸣体的构造与材质对于弦乐器来说是至关重要的，它不但能够放大弦振动的能量，同时也可以通过共鸣系统突出某一频段的声音能量，以此来改变乐器的音色。因此，如何改变乐器的共鸣体系使之能够最大限度的与振动体的振动频率相应和，是乐器制作者改善乐器音质的一个重要手段。

古琴的发声振动体系同样也是一个弦与共鸣体共同振动的一个整体。除了弦振动以外，共鸣箱的振动也非常重要。古琴的共鸣体即整个琴体，琴体是由面板和底板粘合以后共同构成的。因此面板与底板材料的选择则是至关重要的。通常弦乐器的振动体与共鸣体之间还有一个传导系统，它负责将弦振动的振动能量传递到共鸣体中，例如中国的筝或欧洲的提琴，都是有一个被称为“琴码”的装置，它就是一个传导装置。而对于古琴来说，由于其通体张弦的形制，使得其的传导装置与琴体合二为一了，琴的面板同时也担负着琴弦振动的传导作用，因此琴体的面板的材质必须选择那些振动性能良好的木材，也就是那些自身密度较低，材质松散的木材。由于琴的发音孔位于琴底，因此琴体底板的作用则是用来反射琴音的，因此对于底板木材的选择，则是那些密度较高，硬度较高的木材，即“盖面以取声，底以匮声，底木不坚，声必散逸”。因此对于古琴琴体的这一要求，历代斫琴家早就通过乐器演奏和乐器制作的实践中发现了，历代的斫琴专论中都记载着古代制琴者用桐木作面板，用梓木作底板。这样的木材选择正是由于

① 曹庭栋，《琴学·内篇·制弦第九》，《续修四库全书·子部·艺术类》，上海古籍出版社，2002 年，第 386 页。

桐木的木材密度低，容易振动，而梓木的密度高硬度大的特性决定的，即“以桐之虚，合梓之实”，达到“刚柔相配”的效果。

当然琴的共鸣体的声学性能并不单纯只与构成琴体的材质有关，它还与共鸣体内的腔体的构造以及出音口的设置等等都有着密不可分的联系，在这里就不一一展开了。

下面我们来了解一下“琴”的激励体，与其他一些弦乐器不同的是，用来激发琴弦振动的激励体就是最自然也是最原始的人的手指。演奏者通过自己手指对于琴弦的弹拨使得琴弦产生振动从而发声，现代声学也将这种通过一次性激发弦振动而发音的弦乐器成为拨弦乐器，古琴就是其中的成员之一。

从乐器发音原理的角度来讲，拨弦乐器的这种拨弦的激励方式对于乐器的音高并没有的太大的影响，但是它对于乐音的其他三个基本要素的影响却是很大的。

首先激励体的激励方式对于乐器发声时的音量却是起到至关重要的作用，因为手指或其他材质的激励体在拨弦时对于琴弦所施加的压力和拨弦的速度决定了弦振动的起始能量，因此也就决定着发音音量的强弱。

其次激励体对于乐器发声的音长也有着决定性的作用，拨弦乐器与其他乐器有一个非常与众不同的声学特征，那就是由于拨弦乐器是一次性激发弦振动，也就是说激励体一次拨弦只能发出一个音响，这就导致了拨弦乐器很难产生连续的声音，每一个声音都有着明显的始振过程和衰减过程。在这样的发声特质下，使得弦乐器声音的持续时间由弦的有效振动弦长决定。有效振动弦长越长，其发音的衰减过程就越长，这就意味着它的余音也越长，反之亦反。[①]

我们知道“琴”是一个无品无柱并且通体张弦的乐器，因此琴的有效振动弦长较之一般的弦乐器都要长，也就决定着琴声的余音也很长，尤其是空弦散音，这样的发声特征造就了琴音沉厚而清幽，绵长而悠远的独特音乐效果。同时正是由于余音长这一特点琴乐能够实现“奏手音”这一独特的演奏方式和音响效果。

再次，对于弦乐器来说激励体激发振动体的不同位置，会影响乐器的音色和音量。其原理是根据“杨氏定律”，即如果再弹性物体的某个位置上激发它振动，这个激发位置九徽成为振波的波腹；如果再某一位置截止它的振动，这个位置就成为振波的波节。所谓波腹和波节，其科学定义为：波腹是驻波在空间内特定量振幅为最大值处的点或轨迹；波节是驻波在空间内特定量振幅为最小值处的点或轨迹。根据这个定理，在不同的位置激发弦的振动，会改变振波的波腹和波节的分布，从而影响弦振动的音量和音色。例如，当弦做复合振动时，它的十一等分处振动所得到的分音与第一分音构成一个不和谐的增四度音程关系，如果我们再实际演奏中选择整体振动弦长的 1/11 处作为激励的位置，使这个位置成为弦振动的波腹，这样就可以抑制第十一分音的振动能量，从而削弱该复合音中的不和谐成分，使

[①] 参考韩宝强《音的历程——现代音乐声学导论》第十一章第四节拨弦乐器部分。

其音色更为纯净。[1]这一点对于古琴来说同样适用，如果演奏者把琴弦的 1/9、1/11、1/14 等处作为击弦点，则会使得琴音更加纯净而空灵，当然到底选择那个位置为实际的击弦点还与乐器的其他声学特性有关，这里不详加赘言。

最后是关于琴的调控装置，对于琴的音响和演奏性能够加以控制的装置除了琴轸以外，最重要的就是演奏者的左手了。其中琴轸的作用是调整琴弦张力的装置，通过紧或松琴弦以改变其音高。除了琴轸以外，对于琴的音响和演奏性能产生影响最大的是演奏者的左手，演奏者通过左手放置在琴弦的不同位置产生不同的音高，也可以通过不同的演奏方式可以产生不同的音响效果。

我们知道弦乐器改变音高的三个条件，即密度、张力与振动弦长。那么如果在同一根弦上，如果想要改变音高，那么首先同一根弦的密度是相同的，那么只有改变弦的张力和振动弦长才可以改变发声音高了，在不扭动琴轸改变琴的张力下，我们只需要将左手放在一定的位置上将弦按住，截断一部分弦长，使剩下的靠近激励体的那部分琴弦振动就可以改变音的高度了。当然，琴弦被按住时，必然会带来改变琴弦张力的问题，但是只要该弦在空弦弹奏时的张力始终，琴面与弦的距离又不是很远，那么按下琴弦所产生的张力对于全弦来说几乎可以忽略，因此人们基本上可以根据按弦后的有效弦长与全弦的的振动弦长之间长度比值来判断此按音与该弦散音之间的音程关系。由于琴的构造为通体张弦，无品无柱，只是在琴面上方安置了十三个徽位，这些徽位对于演奏者取音按弦没有任何限制和障碍，它们只是为演奏者提供一个相对位置的参考和提示，理论上讲，演奏者能够在一根弦上获取其音域范围内的任何音高的音，所以历代律学家都会以这种通体张弦构造的弦乐器作为其律学研究的实验工具。

除了通过按琴弦不同的位置得到不同的音高外，在琴弦上还可以通过不同的处弦方式产生其他不同的音响效果，泛音的音响效果就是通过特殊的演奏方法得到的。这样，琴就可以根据不同的演奏方式得到三种基本的音响效果，即“散音”（空弦音），其音响效果嘹亮、浑厚，宏如铜钟。“泛音”通透如珠，音效丰富，并根据音区不同而有异，高音区轻清松脆，如风中铃铎；中音区明亮铿锵，犹如叩击玉磬。“按音”发音坚实，也叫“实音”，各音区的音色也不同，低音区浑厚有力，中音区宏实宽润，高音区尖脆纤细。按音中的各种滑音，柔和如歌，也具有深刻细致的表现力。

因此只有对琴这件乐器的基本声学结构有了深入了解后，才可以适当地做出局部调整来适合演奏者或时代对于琴乐音乐特征的各种要求。

---

[1] 韩宝强，《音的历程——现代音乐声学导论》，第 179、189 页。

二　琴的演奏方式对琴乐的影响

虽然从古到今七弦琴的形制各有差异，但是影响其发音的声学构制却始终没变。因此在长期的音乐实践中古琴逐渐形成了自己独特的表演方式和演奏技法，它们都对琴整体的声学特征有一定的影响。

（一）　摆放方式

通过上一节的介绍，我们了解到琴的整体形制是一个长箱状乐器，其一头稍微另外一头稍窄，宽头一边被称为"琴头"，窄头的一边被称为"琴尾"，同时琴上张有七条粗细不同的琴弦。

在演奏七弦琴时可有两种摆放位置，一种是平放在木质琴桌上；另外一种是当临时无平台摆放时也可以演奏者席地盘腿而坐，将琴放置于膝盖上演奏，但是这种摆放位置会一定程度影响琴的发声效果。因此，若有条件还是需要将琴平放在专门的琴桌上，同时对于琴桌的材质也是有一定要求，即琴桌要用干透的松质木料制成，桌面不可太厚，以帮助古琴发音，增加音量。

图 2.2.1 北宋时，宋徽宗画的《听琴图》局部：

从上图我们能够看到琴的摆放方式，将琴横置与琴桌上，从演奏者的角度来说，将琴头（宽头）朝向演奏者的右手边，琴尾“窄头”朝向演奏者的左手边；琴徽镶嵌于远离演奏者的琴面另一端；七条弦按照粗细顺序依次排列，最细的弦称为七弦，位于最靠近演奏者的一端，最粗的弦称为一弦，位于离演奏者最远的一端。琴轸置于琴头的底部，悬空在摆桌子右侧外面的。

琴中共有七根弦，虽然每条弦的相对长度都是一样的，但是由于张力和弦的粗细不同，它们各自的音高也是不同的，同时它们每根弦都可以演奏出它们本弦音域范围内的任何音，这样的乐器特点就决定着在七弦琴中，任何一个音高都可能存在着多个不同的位置。若我们以三弦散音为例，那么至少在比他低的一、二弦中都有能够与之相吻合的音高，至于该音高在一二弦中的具体位置，则取决于一、二、三弦之间散音的相对音高关系。既然七弦琴中的取音如此复杂，那么对于取音位置的精确描述则尤为重要。由于七弦琴并不是定音乐器，因此若要描述乐音间的相对音高，通常是采取对其所处位置的描述用来判断乐音的音高。

在琴乐中，通常采取弦序加徽位再加上一些方位词相结合的方式来描述取音位置。对于弦序的排列，一般有三种称谓方式，一种是数字成为，即最粗的弦也就是离演奏者最远的一根弦为一弦，以此类推为二弦、三弦、四弦、五弦、六弦，最细的一根弦也就是离演奏者最近的一根弦为七弦。第二种称谓方式是以五音名为基础，即一弦为宫、二弦为商、三弦为角、四弦为徵、五弦为羽、六弦为文（或少宫）、七弦为武（或少商），值得注意的是这样的称谓方式并不是完全代表着七弦之间散音的音高关系，而大多数只是一种顺序的排列。第三种称谓方式是以十二律名为基础的，这种称谓方式通常多出现在古代学者的琴律研究中。

对于徽位的描述则非常明确，从七弦琴琴制定型以来，琴中就会按照四折法生得十三个位置，在其位置上以“徽位”的形式固定下来，十三徽的称谓靠近岳山处的徽为第一徽，依次排列，直到靠近龙龈处的第十三徽。十三徽之间排列有序，并有着内在客观的联系，这部分内容将于下章详细探讨。

至于那些用弦序和徽位还不足以精确描述的取音位置，在琴乐文献中古人们大多都是以某一位置为参考，用“上、下、左、右、前、后、里、外”八个位置移动词来标示乐音所处的位置。这八个位置移动词同样适用于琴上纵、横两个方向，下面我们具体对于这八个方位词在琴上的具体移动方位给予详细的解释。

从琴的横向排列的角度，在同一根弦上，按音位置越靠近岳山（琴首），其有效振动弦长越短，其音高越高；按音位置越靠近龙龈（琴尾），有效振动弦长越长，其音高越低。根据这样的发音特点我们再看一下这八个方位词，其中“右、上、前、内”四词是指靠近岳山一方的走向，在进行有效振动弦长计算时，用参考音弦长减去偏离的距离便可得到该按音的振动弦长；而“左、下、后、外”四词则正好相反，代表着靠近龙龈一方的走向，在进行有效振动弦长计算时，则用参考音弦长加上偏离的距离作为该按音有效振动的弦长。这样就便于了解那些徽间音

位的相对振动弦长以及它与所在弦散音之间的音高关系。

（二）琴的演奏方式对琴乐的影响

古琴的演奏以右手弹拨弦以激励琴弦振动发声，而左手根据按弦的不同位置而改变弦的有效振动弦长，从而取得不同音高的音。但是琴上有效振动弦长是指从左手按音位置至右边岳山之间的距离。

演奏者的右手作为琴乐的激励体，由于材质的不同，它对于琴乐的音色有着重要的作用。右手的弹弦是由大指、食指、中指和名指承担的，四指本身存在着力度差别的，通常来说大指与中指力度较强，食指与名指较弱。而这四指每指的弹弦又各分指背甲弹和指面肉弹两种，用肉弹所出的音色比较重、厚、实；用甲弹则音色比较轻、薄、亮则较细。古琴演奏时可以根据出音力度的需要而选择适当的弹弦技法，其可选择的空间非常大。近代著名琴家彭祉卿对此有过详细的分析，他说："以指甲肉别之，轻而清者，挑摘是也；轻而浊者，抹打是也。重而清者，剔劈是也；重而浊者，勾托是也。外弦一二欲轻则用打摘，欲重则用勾剔；内弦六七欲轻则用抹挑，欲重则用劈托；中弦三四五欲轻则用抹挑，欲重则用勾剔。抹挑勾剔以取正声，打摘劈托以取应声，各从其下指之便也。"

右手常用的指法技巧有擘、托、抹、挑、勾、踢、打、摘及其由它们组成的不同组合如：轮、锁、叠涓、撮、滚、拂、历、双弹、打圆等。

除了运用不同手指的不同位置弹拨琴弦会对琴的音色有很大影响外，拨弦的位置的不同对琴的音色的影响也是非常重要的。

演奏过程最常用的位置是："一徽"和"岳山"之间的位置，这是基本演奏的拨弦的点，如前文所说，如果选择击弦点在弦长的1/11或1/14处击弦，会很好的抑制在此节点的不和谐的泛音。当然根据音乐的需要击弦点也可以来有所不同的位置，若击弦点靠"岳山"近一些，那么声音会比较亮、比较结实；若击弦点离"岳山"远一些的话，其所发出的声音就会柔和一些，暗一些。还有个别的流派由于演奏的需要可能还会往里来，有的甚至于到"六徽"或再往里去的都有，这些是特殊情况。以上为七弦琴中右手的不同演奏方式对于琴乐的影响。

至于左手在七弦琴的实际演奏中对音高所起到作用，我们在上文中已经介绍过了。下面我们讨论一下左手由于按弦之指及手指按弦部位的不同对音色所产生的影响。

古琴演奏中左手按弦取的手指与右手弹拨琴弦的手指一样，也是由大指、食指、中指和名指承担。不同的手指按弦对琴音的影响也是不同的。尤其是大指与其他三指之间差异更加明显，原因是大指与其他手指的着力点不同，大指的着力点比较集中，因此大指按弦发音相对明亮有力；而其他手指则都是手指肚按弦，由于按弦点的面积比较大，因此按弦所生之音温厚稳实。同时由于大指的特殊性决定着其按弦的部位还可以分肉按与甲肉相半之按两种，肉按所发之音清脆明亮，而用肉甲相半按音所生之音多与其他手指所按之音相似，相对都比较温厚稳实。在

演奏时也可以根据音乐表现的力度要求来选择适当的按弦技法。

左手通用的指法技巧主要分为按音、泛音与滑音三种。这三种不同的演奏手法所产生的音响效果有天壤之别，它们组合在一起共同构成了琴乐的音响效果，这对于七弦琴音乐美学有决定性的影响。

以上所有的内容是都我们对“琴”这件乐器自身乐器特征所作的讨论和阐释，它们是决定“琴”这件乐器从客观的角度能够为人们带来什么样的选择，因此对于琴自身的客观特点进行深入的探讨是我们进行主观判断所不可忽略的至关重要的基础支撑。也为下面所要阐述的“琴律”的相关问题提供了坚实的理论和实践经验。

第三章　三分损益生律法指导下琴律的主观选择

通过对琴的声学结构和"弦"这一振动体物理属性的深入了解后，我们知道了古琴的全部音律体系是由散音、泛音和按音三者共同组成的。概括来讲，琴的发声体系的构造是通体张有七根等长的弦，并且无品无柱。七根弦根据粗细不同而各具一声，即通常所说的散声。散声的音高排列顺序完全是由当时代的整体律学规范和演奏者的主观审美决定的。要改变任意弦的发声音高，只需要扭动琴轸以改变弦的张力就可以完成，当然要在张力允许的范围内，七条弦可以完成任何音高关系的搭配。

而对于按音音律体系来说，由于琴徽并不对按弦位置有任何限制，按音则只与有效振动弦长有关，因此对于每一根弦来说，其散音的声音是最低的，随着左手按音位置由龙龈处逐渐向岳山处移动，所发出的音也越来越高。理论上将，同一根弦中可以根据按弦位置的不同得到其音域范围内的一切音高。当然七条弦中不同位置按音的音高关系是由其空弦之间的相和关系决定的。

再次，对于泛音来说，由于其发音原理的特殊性，决定了泛音的产生必然受到一定的限制。我们知道泛音的产生是通过一定的演奏手法，使得手指所处位置成为的分段振动的波节，该位置的分段振动能量被放大，同时也抑制了其他分段振动的振动能量，因此该处就可以产生与分段数相对应的音高关系。理论上琴弦上的每一个位置都是相对应分段的节点位置，那么理论上琴弦上的每一个位置都能够发出与之相对应的泛音音高，但是泛音却不如按音那样具有很高的操作性，泛音更多的受到客观条件的限制。前面已经讲过，弦振动随着分段数的增加，其分段振动的能量也逐渐降低，因此分段数越靠前的，其振动能量越大，因此所发出的泛音就越清晰；反之随着分段数的增加，其分段振动的能量也逐渐减弱，又由于手指触键位置的不精确的原因，绝大部分的泛音是很难发出声响的。一般的弦乐器，第七或第八分段的泛音就已经很难发出了，但是由于七弦琴的有效振动弦长非常长的原因，每条弦上前十二或十三分段振动，甚至更多分段振动所发出的泛音都能够被听到。因此，古琴一根弦上至少能够得到五十多个泛音位置，那么七根弦就可以得到将近四百个泛音音位。当然弦上能够得到泛音的数量还与弦的质量有十分密切的关系，有琴家为此做了很多的实践考证，所得的结果是在某些琴弦上可以得到将近一百个泛音音位。

对于古琴中的散声、泛声、按声三者之间的关系，古人早就在琴学专论中有所提及。

琴有散声、泛声、木声，三者孰优？夫泛声应徽，不假抑按，自然之声，天声，清也；律应气于地，弦象律管，入地之浅深而为散声之次第，是为地声，地声浊也；按声抑扬于人，人声清浊兼有者也。

天道发生于地，人道长养于地，犹泛声、按声生于散声也。地有载物之象犹声之能受按声、泛声也。人声按于弦上，犹人履地而动作于上也；天声浮于弦上，犹天之尊高于上而变化于大庐之间也。

天声出于地声之上，人声出于地声之下，是谓天地人，此言其分也；人声虽在弦下，而指按弦上，是谓天人地，此言其势也。

夫琴受成中天而为地声，上有天统焉，下有人声承焉，而皆有徽节之应和，是各具一后天也。至于运指之间，天声人声变用，无穷随意而生，悉归于应和之地，此所以为后天之功用矣。

近世曲操，天声少而人声地声多，人与地为近，声类亦近故也。天声径洁平易，人心好奇，用之者少。人者有余，天者不足，所谓道心惟微，人心为危。故善琴之君子，每不取乎按声之繁碎巧急，谣艳良有以也。苟能以三才之道求之，斯得古音之正统矣。①

面对琴所带来的如此丰富的音律体系，作为一件极具个性化的乐器来说，琴人们在琴乐实践中对其的主观选择成为了影响琴律发展的最重要的主观选择。尽管由于种种的客观限制和主观不确定性，琴人们对于古琴选音择律在细节上是千差万别的。但是后人从现代律学的角度来看，不难发现这些千差万别的古琴音律在本质上还是有其时代律学规范的规律性的。

本章就是通过历代学者和琴学家对于影响琴律的散声、泛声和按声的众多论述中，总结出中国古代琴律研究的概况以及在琴律研究中有那些问题和矛盾。

第一节　对泛音的主观律学规范

中国古人很早就发现了这一特殊的音乐现象，并将其运用到琴乐实践中。泛音作为古琴音乐中最重要元素之一，其一直存在于整个琴乐发展过程中。人们通过长期的琴乐实践，对于泛音从感性的认知逐渐上升为理性的律学规范，并将其以十三徽的形式将其固化在琴体的乐器构造中。

当然弦上可以发出的泛声远不止十三个这么少，对于那些没有徽位标识的其他泛音，古人也从未停止对其进行深入的研究。

一　泛音存在的客观性

（一）古代学者对泛音与琴徽的科学认识

① 《太古遗音·三声论》，《琴曲集成》第一册，第22页。

前文提到过，泛音是弦乐器的一种独特的自身具备的声学现象，是不受人类主观意识影响的。古人在长期的琴学实践中认识到泛音存在的客观性，并且用十三个徽位的方式将这些泛音的位置固定下来。徽位除了作为泛音的标示存在外，还为按音点提供了位置的参考。

对于琴弦的自然属性和泛音产生原理的研究开始与宋代，在两宋时期出现的多为对中国琴律研究有着举足轻重作用的学者，他们将琴律研究带入了一个科学化和系统化的时代。学者们对于琴自身自然属性的重视是与整个宋朝的学术背景有密切的联系。

宋学也被称为"义理之学"，宋儒治经，旨在求义理，这就需要研究儒家经典中所涉及的各个方面的知识，需要有广博的知识。同时强调通过对事物的"格物致知"获得对事物本质和规律的认识，以实现"天人合一"的境界。由于宋儒治经突破了辞章注疏的局限，他们对于儒家经典中有关自然知识的研究，并不局限于书本，而是要更多地面向自然界本身。《二程遗书》中论道："一草一木皆有理，须是察。观物理以察已，既能烛理则无往而不识。天下物皆可以理照，有物必有则，一物须有一理，穷理尽性至命只是一事，纔穷理便尽性，纔尽性便至命"[1]。认为只有通过格天下之物，包括自然之物，才能达到对于"天理"的认识。"因此宋代儒家学者普遍重视自然知识，他们多以"道""器"关系为研究主题。宋儒的"道"也不仅仅是形而上之"道"，而且贯穿着形而下之"器"，所以，宋儒既讲"道"又讲"器"，既讲"体"也讲"用"。即要尊重科学技术，通过科学的研究方法找寻隐藏在其背后的自然规律。

现在我们所见的最早对十三徽泛音进行研究和阐述的文献是北宋崔遵度的琴学专论《琴笺》和沈括的《梦溪笔谈・补笔谈》，他们从音乐实践出发，总结了琴的构造、发音特点以及琴上十三徽泛音的音响规律。

崔遵度认为古人将琴的形制与自然候气牵强附和，并没有认识到琴弦自身的发声特点，尤其是对于"泛声"的论述更是被忽略不计。他认为"泛声"并不是人为规范产生的，而是琴弦的自然属性，如果按位不当的话，是不会出声的，同时一根弦上能够发出的"泛声"也不仅有古琴上标识的十三个徽位，而是有二十三个节点。

琴笺云：世之言琴者，必曰长三尺六寸，象期之日；十三徽，象期之月，居中者象闰。前世未有辨者，至唐协律郎刘贶，以乐器配诸节候而谓琴为夏至之音。至于泛声，卒无述者。愚尝病之，因张弓附案泛其弦，而十三徽声具焉况。琴瑟之弦乎，是知非所谓象者，盖天地自然之节耳，又岂止夏至之音而已。……始以一弦泛桐，当其节，则鉴然而号；不当其节，则泯然无声，岂人力也哉！且徽有十三，而居中者为一，自中而左泛有三焉，右泛有三焉。其声杀而已，弦尽则声减，及其应也。一必于四，二必于五，三必于六焉，节节相召，其应也必矣。……徽，三其节，经也；弦，五其音，纬也。……先儒谓八音以丝为君，丝以琴为君，愚谓琴以中徽为君尽矣。夫

---

[1] 《二程遗书》卷十八

徽十三者盖可闻者也，苟尽弦而考之，乃有二十三徽焉。是一气也，丈弦具之，尺弦亦具之，岂有长短大小之限哉。盖万物本于天地，天地本于太极，太极之外以至于无物。圣人本于道，道本于自然，自然之外以至于无为。乐本于琴，琴本于中徽，中徽之外以至于无声。是知作易者，考天地之象也；作琴者，考天地之声也。[1]

除了上述对琴弦"泛声"的论述之外，崔遵度也论述了琴上按音的音高排列，他认识到在琴上，泛声与按声所发出的音高是不完全相同的，泛音并不像按音那样以岳山为振动源头，随着有效振动弦长的增加和减少，音高也相应的变高和变低；而泛音的分布则是以一弦的中心点为对称轴，在轴两端相对应的位置，其所发出的泛音音高也是一样的。

对于十三徽来说，七徽为整弦的中轴线，六徽和八徽相对应，五徽和九徽相对应，四徽和十徽相对应，三徽和十一徽相对应，二徽与十二徽相对应，一徽与相对应。相对应的两个徽位上所发出的泛音是完全一样的。

但是对于按音则完全不同，崔遵度将按音的音高按照纵横经纬的方式排列．也就是将十三徽分为三节，每一节相差一个八度，即龙龈至七徽、七徽至四徽、四徽至一徽，将其立为"经"；将纵向排列的琴弦发出的五音，立为"纬"。

崔遵度不但从科学的角度解释了泛音的音律特点，而且还从散音、按音和泛音三个角度讨论琴上的用律问题，这种对于琴中"纵横运律"的研究模式为后世琴律研究提供了很好的研究范例。

而宋代著名学者更是以琴弦的声学结构和特点为研究基点，通过科学实验的方法加以佐证。在其最重要的著作《梦溪笔谈·补笔谈》中更是有大量关于对乐音和乐器自身属性的科学解读。例如，他利用"剪纸人"的方法，直观地证明了呈倍半关系的两个乐音之间会发生共振现象。沈括在《梦溪笔谈》卷六乐律 115 条中提到这种现象：

予友人家有一琵琶，置之虚室，以管色奏双调，琵琶弦辄有声应之，奏他调则不应，宝之以为异物，殊不知此乃常理。

沈括把这种物理声学上的"共振现象"称为"应声"[2]。所谓"应声"即同声或相隔八度的音相应的现象。为了证明他的观点，沈括还在七弦琴上进行了共振现象的实验：

琴瑟弦，皆有应声。宫弦则应少宫，商弦则应少商，其余皆隔四相应。今曲中有声者，须依此用之。欲知其应者，先诸弦令声和，乃剪纸人加弦上，鼓其应弦，则纸

---

[1] 《宋史》卷四百四十一，列传第二百，文苑三。
[2] [宋]沈括 《梦溪笔谈·补笔谈》卷上·乐律，第 537 条

人跃，他弦即不动。声律高下苟同，虽在他琴鼓之，应弦亦震，此之谓正声。[1]

实验的步骤为：宫、商、角、征、羽、少宫、少商七条弦，少宫、少商各比宫、商高八度音，他剪一个纸人放在少宫或少商弦上，弹动宫弦或商弦时，在对应的少宫、少商弦上的纸人便跳动，而弹其它弦时纸人不跳动。然后又在不同的琴上实验，将纸人放在一架琴上，当两架琴频率相同时，弹动另一琴的弦，则第一架琴对应弦上的纸人就会跳动。经过这样的实验，可以了解声波的共鸣现象。沈括在七弦琴上所做的关于共振现象的实验，比欧洲人所做的类似实验要早几个世纪。通过这个实验沈括首次阐明了声学的共振原理，改变了过去调整乐器的音律只能“以耳齐其声”的历史，沈括这种用科学实验的表达方式来表现物理现象的做法，非常值得今人学习。

当然除了发现上述共振现象以外，沈括还论述了在乐器中泛音存在的客观性。从现代物理原理讲，泛音是振动物体作分段式局部振动时产生的声音。虽然沈括并不能用近代科学的术语来表达这一意思，但是这并不妨碍他认识到“十三泛韵”是“自然之节”，“非人力所能强也”。

所谓正声者，如之有十三泛韵，此十二律自然之节也。盈丈之弦，其节亦十三；盈尺之弦，其节亦十三。故琴以为十三徽不独弦如此，金石亦然。考工为磬之法，已上则磨其端，已下则磨其旁，磨之至于击而有韵处，即与徽应过之则。复无韵又磨之，至于有韵处复应以一徽。石无大小有韵处，亦不过十三，犹弦之有十三泛声也。此天地至理，人不能以毫厘损益其间。近世金石之工盖未尝及此，不得近正声不足为器，不得中声不足为乐。……声韵必如此，然后和亦非人力所能强也。[2]

沈括发现无论是弦乐器还是其他材料的乐器，它们都有自己存在“泛韵”，并通过实验结果证明决定弦乐器音高的因素是振动弦长，而决定“磬”等金类乐器音高则是有发音体的“薄厚”决定的。“泛韵”并不受到乐器的材料和形制大小影响，能够得到这样的结论在当时确实是非常具有科学的眼光了。因此《梦溪笔谈》也被英国学者李约瑟誉为“中国科学史上的坐标”和“中国科技史上的的里程碑”。

（二）安徽法

泛音的发声原理是通过特殊的控制手段，也就是将手指虚按在琴弦上，使得手指所接触的位置正好与琴弦自身的某分段振动的波节相吻合，这样一方面可以有效地抑制住其他的分段振动，另一方面瞬间加强该分段振动的振动能量，这样就可以得到该分段的泛声音高了。

---

[1] [宋]沈括《梦溪笔谈·补笔谈》卷上·乐律，第 537 条。
[2] [宋]沈括《梦溪笔谈·补笔谈》卷上·乐律，第 537 条。

因此泛声到底能否发声与手指是否能够精确地找到分段振动的波节位置有直接的关系。为了能够迅速而又准确的找到这些位置，古人就将琴上镶嵌了十三个徽位，以标识不同分段振动的节点位置。至于如何将这些琴徽能够安放精确，历代乐工在长期的斫琴过程中逐渐总结出一套安徽的方法——折纸法。尽管这种折纸法的具体操作步骤并不是完全相同，但是它所体现的古人对于泛音发声的科学认识却是非常一致的。

折纸法：

1、《风宣玄品》中的安徽法：

用皮纸一条，从临岳量至龙龈，平分两折，去一折不用，自临岳比至纸尽处为第七徽，为君徽。又将此纸作两折，去一折不用。从临岳比至纸尽处为第四徽。又将此纸作两折，去一折不用。从临岳比至纸尽处为第一徽。又将此纸分而为三，去一不用，自第一徽比至纸尽处为第二徽。别将纸一条，自临岳比下至第五徽断之，分之五折，去四不用，自四徽比向上为第三徽。别将纸一条，自临岳比下，至第四徽，分为五，去一不用，自第五徽比下，尽处为第六徽。却以前徽定后六徽。（音释）[①]

2、《琴书大全》中的两种安徽法：

凡安徽法龈岳腰间是闰徽，闰岳腰间第四期四与三即生第一四儿（六徽）五七始三随三四三分去却一二徽已定，更无疑闰。四复为三节定去二取一五星推五四又重为五断弃一从四六辰依前后诸徽皆对比十三徽定妙中奇。

一法自岳至龈均分为二，其折断处为琴之半，为至中处正是七徽，为立徽之本。又以其二各均分之，其折断处又为半为中，其在上者为四徽，其在下者为十徽。又以其所分之半，自四徽至岳，自十徽至龈各均分之，其折断处又皆为半为中，在四徽之上者为一徽，十徽之下者为十三徽。又自岳至龈均分为五，以五之中，其两端之折断处为附近于七之中，在七徽上者为六徽，在七徽下者为八徽。又自六徽上至岳，自八徽下至龈均分之，其折断处又各为半为中，在四徽上者为三徽，在十徽下者为十一徽。又自岳至龈均分为三，以三之中，其两端之折断处亚于六与八之为附近于七之中，在六之上者为五徽，在八之下者为九徽。又自五徽至岳，九徽至龈均分之，其折断处又各为半为中，在三徽上者为二徽，在十一徽下者为十二徽。（此法比前说较明白，因附于此，以务参考。）[②]

上段文字中的第二种安徽法用现代律学方法可以将其解释为：

[①] 《风宣玄品·卷一·论徽》，《琴曲集成》第二册，第10页。
[②] 蒋克谦《琴书大全·卷四·琴制》，《琴曲集成》第五册，第89-90页。

设岳山至龙龈全段相对长度为 1，其$\frac{1}{2}$处为七徽；

七徽至岳山$\frac{1}{2}$处为$\frac{1}{4}$，即四徽；七徽至龙龈$\frac{1}{2}$，即$\frac{3}{4}$处，为十徽；

四徽至岳山的$\frac{1}{2}$处，即$\frac{1}{8}$处，为一徽；十徽至龙龈的$\frac{1}{2}$处，即$\frac{7}{8}$处，为十三徽。

岳山至龙龈五等分，$\frac{2}{5}$处为六徽；$\frac{3}{5}$为八徽；六徽至岳山$\frac{1}{2}$处为$\frac{1}{5}$，即三徽；八徽至龙龈$\frac{1}{2}$，即$\frac{4}{5}$处，为十一徽。

岳山至龙龈三等分，$\frac{1}{3}$为五徽；$\frac{2}{3}$为九徽；五徽至岳山$\frac{1}{2}$，即$\frac{1}{6}$处，为二徽；九徽至龙龈$\frac{1}{3}$处为，即$\frac{5}{6}$处，为十二徽。

3、朱载堉《律学新说》中的安徽法：

盖琴家自岳山至龙龈二者间，用纸一条，作为四折，以定四徽、七徽、十徽；作为五折，以定三徽、六徽、八徽、十一徽；作为六折，以定二徽、五徽、七徽、九徽、十二徽。首末两徽，乃四徽折半也。此法最为简易。

若以算法定之，则置琴长若干为实，四归得四徽，一倍即七徽，二倍即十徽也。五归得三徽，一倍即六徽，二倍即八徽，三倍即十一徽。六归得二徽，一倍即五徽，二倍即七徽，三倍即九徽，四倍即十二徽也。八归得一徽，七因之即十三徽也。①

上段文字可以解释为：设全弦相对长度为 1。

全弦平均四等分，相对弦长$\frac{1}{4}$处为四徽，$\frac{2}{4}$处为七徽，$\frac{3}{4}$处为十徽。

全弦平均五等分，相对弦长$\frac{1}{5}$处为三徽，$\frac{2}{5}$处为六徽，$\frac{3}{5}$处为八徽，$\frac{4}{5}$处为十一徽。

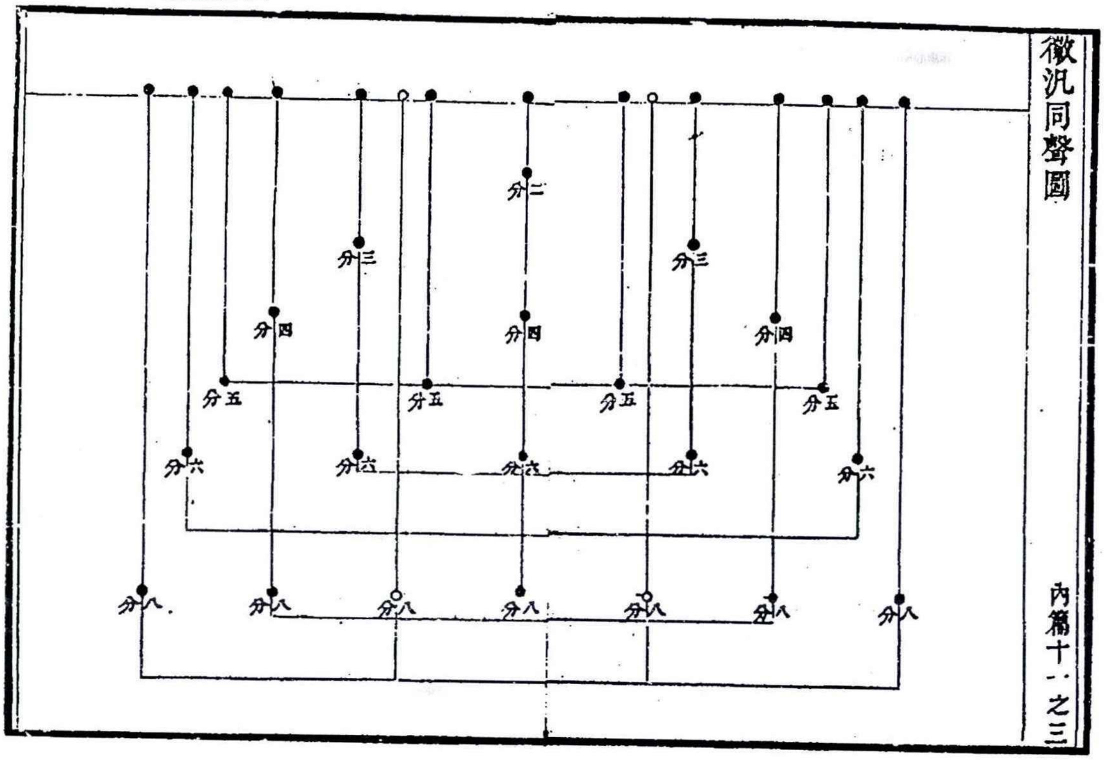
全弦平均六等分，相对弦长$\frac{1}{6}$处为二徽，$\frac{2}{6}$处为五徽，$\frac{3}{6}$处为七徽，$\frac{4}{6}$处为九徽，$\frac{5}{6}$处为十二徽。

① 朱载堉，《律学新说・卷一・论准徽与琴徽不同第十》，冯文慈点注，北京：人民音乐出版社，1986 年，第 71 页。

全弦平均八等分，相对弦长$\frac{1}{8}$处为一徽，$\frac{7}{8}$处为十三徽。

通过以上几种安徽法，虽然安徽步骤各不相同，但是其中都有着等分的概念。古人们通过音乐实践发现了，泛音这种特殊的音响是蕴含在弦的等分波节中的。

图 4. 1. 1：十三徽徽位图[1]



（三）两种琴制十三徽之实际弦长

上文我们对十三徽位与空弦之间弦长的讨论都是以其相对弦长为基础的，即将整弦长度设定为 1，其他徽位的相对弦长则用分数表示，这样的表达方式既简便又精确，避免了不同琴中的差异性。尽管我国古代律学研究者并没有采用此种方式进行琴律研究，但是他们却有自己独特的一套弦长研究理论。

虽然古人早已讲明了“琴之法度，各随其人”，并无真正的统一标准，但是在琴学研究领域中琴学家们却根据不同的缘由将琴弦的“实际”长度规范为两种，即一种弦长为三尺六寸，另外一种弦长为四尺五寸。尽管由于每个朝代的度量衡各有差异，三尺六寸与四尺五寸所代表的绝对弦长并不一致，但这并不妨碍它们作为一种相对的弦长运用于琴律研究和琴学讨论中。

[1] 曹庭栋，《琴学·内篇·辨徽第十一》，《续修四库全书·子部·艺术类》，上海古籍出版社，2002 年，地 389 页。

风俗通曰，琴长四尺五寸，法四时五行也。后汉志载京房所制律准，隐间九尺，以应黄钟，此乃琴之类耳。四尺五寸乃九尺折半之数，是故黄钟九尺，在准，则其隐间九尺；在琴，须折半，故龈岳中间为四尺五寸。太史公谓，琴长八尺一寸，以九寸之尺约之，方是九尺，与京氏之说合。

谨按先儒言琴尺度，惟有二家最当。其一说，云：律之九寸也，数之八十一也，琴之八尺一寸也。三者之相与，固未尝有异焉。今以琴之太长，而不适于用也，故十其九，而为九尺，又折其半，而为四尺五寸。则四尺五寸之琴，与夫九寸之律，八十一之数，亦未始有异也。此朱熹之说，见于经世大训。

又一说，云：琴体分为三准，自一徽至四徽，谓之上准，上准四寸半，以象黄钟之子律。自四徽至七徽，谓之中准，中准九寸，以象黄钟之正律。自七徽至龙龈，谓之下准，下准一尺八寸，以象黄钟之倍律。三准各具十二律，声按弦附木而取，然须转弦，合本律所用之字。若不转弦，则误触散声，落别律矣。每一弦各具三十六声，皆自然也，此姜夔之说，见于文献通考。

二家所说，琴制长短实同，而尺寸之数则有不同，乃所用之尺为异耳。姜氏尺寸皆依曲尺，以曲尺是鲁般所造，百世不易，为真古尺。故琴书曰：伏羲作琴，长三尺六寸，法期之数，古之制也。朱子却依黍尺为之，盖黍尺之一尺，即曲尺之八寸，故彼曲尺三尺六寸，与此黍尺四尺五寸正合。夫龈岳中间发声之处，长五九四十五寸者，象洛书之积数，其长四九三十六寸者，象老阳之策数。除龈岳额尾在外也，其说卓矣，今从朱子之说，广其未备者耳。

第一徽古度尺五寸六分二厘半（今曲尺四寸五分）；第二徽古度尺七寸五分（今曲尺六寸）；第三徽古度尺九寸（今曲尺七寸二分）；第四徽古度尺一尺一寸二分半（今曲尺九寸）；第五徽古度尺一尺五寸（今曲尺一尺二寸）；第六徽古度尺一尺八寸（今曲尺一尺四寸四分）；第七徽古度尺二尺二寸五分（今曲尺一尺八寸）；第八徽古度尺二尺七寸（今曲尺二尺一寸六分）；第九徽古度尺三尺（今曲尺二尺四寸）；第十徽古度尺三尺三寸七分半（今曲尺二尺七寸）；第十一徽古度尺三尺六寸（今曲尺二尺八寸八分）；第十二徽古度尺三尺七寸五分（今曲尺三尺）；第十三徽古度尺三尺九寸三分七厘半（今曲尺三尺一寸五分）；龙龈距岳古度尺四尺五寸（今曲尺三尺六寸）。[1]

上文所说的琴长并不是指真正的琴体的长度，而是指琴弦的长度，即岳山至龙龈的距离，历代琴人对于琴长的论述基本都是遵从于这两种体系，而历代的琴律研究也都是以这两种琴弦长度为标准，如果没有整弦的存在，具体的弦长便不具有讨论琴律的实际意义。

---

[1] [宋五徽]朱载堉：《律学新说》，冯文慈点注，北京：人民音乐出版社，1986年，第71—78页。

既然整弦长度的两个表述体系，那么对于琴弦上各个不同的徽位和按音为自然也就有了两种不同的数据结果，现我们将两种不同的琴弦长度下的十三徽具体弦长列表如下：

徽位	古尺徽位实际弦长	曲尺徽位实际弦长
龙龈	4.5（尺）	3.6（尺）
十三徽	$4.5\times\frac{1}{8}$=3.9375	$3.6\times\frac{7}{8}$=3.15
十二徽	$4.5\times\frac{5}{6}$=3.75	$3.6\times\frac{5}{6}$=3
十一徽	$4.5\times\frac{4}{5}$=3.6	$3.6\times\frac{4}{5}$=2.88
十徽	$4.5\times\frac{3}{4}$=3.375	$3.6\times\frac{3}{4}$=2.7
九徽	$4.5\times\frac{2}{3}$=3	$3.6\times\frac{2}{3}$=2.4
八徽	$4.5\times\frac{3}{5}$=2.7	$3.6\times\frac{3}{5}$=2.16
七徽	$4.5\times\frac{1}{2}$=2.25	$3.6\times\frac{1}{2}$=1.8
六徽	$4.5\times\frac{2}{5}$=1.8	$3.6\times\frac{2}{5}$=1.44
五徽	$4.5\times\frac{1}{3}$=1.5	$3.6\times\frac{1}{3}$=1.2
四徽	$4.5\times\frac{1}{4}$=1.125	$3.6\times\frac{1}{4}$=0.9
三徽	$4.5\times\frac{1}{5}$=0.9	$3.6\times\frac{1}{5}$=0.72
二徽	$4.5\times\frac{1}{6}$=0.75	$3.6\times\frac{1}{6}$=0.6
一徽	$4.5\times\frac{1}{8}$=0.5625	$3.6\times\frac{1}{8}$=0.45
岳山	0	0

这些具体徽位的实际弦长，方便我们对琴律专论中的那些具体弦长进行深入的律学研究。

二 历代琴学家对于暗徽的探求

尽管琴上只标识了十三个徽位，但是并不说明一根弦上只存在十三个泛音，在前文中我们已经提过，琴人在不同材质和质量的琴弦上作泛音实验，发现在有些振动性能非常好的琴弦上竟然能发出将近一百个泛音。对于一条弦中可以发出多个泛音音位这种情况，我国古人早已在各种琴学专论中深入讨论过。

（一）陈拙“二十五暗徽”

在《琴书大全》卷六“琴徽”中记载了唐代琴学家陈拙在其琴学专论《琴籍》中将十三徽以外的那些音位，并将其称之为“暗徽”。

凡指按弦对徽为应，必先明二十三暗徽与十三明徽，共为三十六分，上中下按之。

折徽法云，三折相目七四一。从岳临至龙龈厘折回中心，定为七徽，名曰下清一十二徽。再从七徽至岳折回中心，定为四徽，名曰中平清一十二徽。又从四徽至岳折回中心，定为一徽，名曰上极清一十二徽，分为三倍，

黄钟之声，谱中写：徽近上、徽中间、徽近下、徽中间上少许、徽中间下少许，当应二十三徽也。夫声之清浊，大小相应，皆是明徽暗徽所生，故七弦应徽，所以取声和也。

除三十六徽外，别有二暗徽。至岳匀分五段，取近徽一段，正谓之上暗徽，名曰徽外，唯泛使之；十三徽至龈匀分五段，取近（徽）一段，正谓之下暗徽，亦名徽外，举按、泛声使之。[①]

上文所讲述的暗徽，除了最后两个徽外的“暗徽”是泛音位以外，其他的二十三个徽内“暗徽”都是按音音位，文中并没有对这些按音音位的具体位置给予描述，我们只知道龙龈至七徽之间有十二个徽位，除去七个明徽外，还有五个暗徽；而七徽至四徽之间也有十二个徽位，除去三个明徽外，还有八个暗徽；四徽至一徽之间也有十二个徽位，除去三个明徽外，也有八个暗徽。这些暗徽的具体位置在琴谱中以明徽为位置参考，表示为“徽近上、徽中间、徽近下、徽中间上少许、徽中间下少许”这五种大概位置。

很明显在陈拙这个时代，人们对于琴徽上所发出的按音与传统三分损益所生的相对应的律高还要求绝对精准。他们认为琴弦中的按音从龙龈至七徽、七徽至四徽以及四徽至一徽之间构成了三个纯正的八度，每一个八度内都应存有十二律。这与宋代姜夔所说的“琴有三准”的理念非常接近，不同的是陈拙认为琴中的每一徽都相对应三分损益十二律中的一律，剩下的没有

---

① 蒋克谦，《琴书大全·卷六·琴徽》，《琴曲集成》第五册，第129页。

明徽的律位所在的位置就是暗徽所设之处。以龙龈至七徽这个八度为例，全弦振动为黄钟的话，十三徽为太簇律，十二徽为夹钟律，十一徽为姑冼律，十徽为仲吕律，九徽为林钟律，八徽为南吕律，七徽为清黄钟律。其余还有大吕律、蕤宾律、夷则律、无射律、应钟律则通过计算后则设为暗徽。

虽然上述文献对于按音的位置不是十分明确，但是却对于两个“徽外”的泛音“暗徽”给予了明确的位置设定。

首先是“上暗徽”这一徽位，其位在“至岳匀分五段，取近徽一段。”也就是将岳山至一徽的弦长平均五等分，去掉靠近一徽的那一分后，截点处就是“上暗徽”。若用相对弦长来表示：则设全弦相对弦长为 1，一徽至岳山的相对弦长为$\frac{9}{10}$，将其平均分为 5 等分，每份的相对弦长为$\frac{1}{40}$，然后再用$\frac{1}{8}$减去这一分的相对弦长$\frac{1}{40}$，剩下的$\frac{1}{10}$就是上暗徽的相对弦长了。

即：$\frac{1}{8}-(\frac{1}{8}\div5)=\frac{1}{8}-\frac{1}{40}=\frac{5}{40}-\frac{1}{40}=\frac{4}{40}=\frac{1}{10}$

而“下暗徽”的相对弦长同样也可以按照这种计算方式得到。“十三徽至龈匀分五段，取近（徽）一段，正谓之下暗徽”。首先十三徽至龙龈的相对弦长同样也是$\frac{1}{8}$，将其平均五等分，岳山至下暗徽的相对弦长为十三徽的相对弦长加上该段弦长。

即：$\frac{7}{8}+(\frac{1}{8}\div5)=\frac{7}{8}+\frac{1}{40}=\frac{36}{40}=\frac{9}{10}$

因此，下暗徽的相对弦长为$\frac{9}{10}$

通过上述对“上暗徽”和“下暗徽”的数理分析，我们能够看到这两个徽位都处于全弦的十等分的节点上，因此二者都可以演奏出相对弦长为$\frac{1}{10}$的泛音，同时“下暗徽”还可以演奏出有效振动弦长为$\frac{9}{10}$的按音，即谐音列中第九分音与第十分音之间的相对音程。若用音分数表示则为约 182 音分，它比有效振动弦长为$\frac{8}{9}$，音分数为 204 音分的大二度少约 22 音分。

（二）崔遵度《琴笺》中的二十三徽

在崔遵度的《琴笺》中，作者通过经验性的观察做出了“大徽十三者盖可闻者也，苟尽弦而考之，乃有二十三徽焉”这样的结论。也就是说，琴上所表示的十三徽只是一根琴弦上的部

分“泛声”，如果仔细辨听，能够找到二十三个“泛声”节点。虽然崔遵度并没有对这二十三个“泛声”节点做出具体的阐述，但是我们能够从他的表达中中了解到，泛音是以七徽为对称轴，两边对称出现的，那么十三个“泛声”节点的分布是七徽左右各六个节点，而二十三个“泛声”节点的排布，必然是以七徽为中点，左右各有十一个节点，比琴徽每边各多出五个“泛声”节点。但具体是哪四个节点，我们这里不便猜测。

夫徽十三者盖可闻者也，苟尽弦而考之，乃有二十三徽焉。是一气也，丈弦具之，尺弦亦具之，岂有长短大小之限哉。盖万物本于天地，天地本于太极，太极之外以至于无物。圣人本于道，道本于自然，自然之外以至于无为。乐本于琴，琴本于中徽，中徽之外以至于无声。是知作易者，考天地之象也；作琴者，考天地之声也。[①]

现代声学知识告诉我们，一个复合音的任何一个分段振动都会发出与之振动频率相符合的音高，但是由于分段的多少关系到各段振动能量的多少，振动能量高的分段振动发出的音响能量也就比较大，易于人们听觉辨识到；振动能量低的分段振动发出的音响能量也比较小，也就不易于人类听觉的辨识。因此，在完全依靠实验经验宋代，研究者所能听到的泛声必然是分段振动数比较小的谐音列中的前几个分音。但崔遵度到底选择了哪几个泛声节点，则完全依靠他当时的感性实验结果了。

（三）徐理之十则

徐理（公元 1227—），字德玉，号南溪，会稽人（今绍兴萧山）。他从小学琴，精于音律，用二十年时间写出《钟律》，五十岁以后专心治琴，著有《琴统》一卷，《外篇》一卷，及《奥音玉谱》等，今均散佚。仅《琴统》和《外篇》部分内容见于元代的《琴律发微》和明代的《西麓堂琴统》中。

在《陈敏之琴律发微叙述》中讲到“宝祐间，南溪徐氏理卓然有见，因求古钟律而有得与琴著《琴统》一篇，又作《外篇》、《玉谱》，历述十二律皆可为宫。而世所谓五音正调者，乃仲吕一宫弦也。于是可以正历世通，天下无误。凡昔之扞格不通而强为之说者，皆涣然冰释而无疑矣。”[②]可见，徐理的琴律理论在当时是被世人所接受的，并在一定范围内得到流传。张炎在《词源》卷下中说：“昔在先人侍侧，闻杨守斋、毛仲敏、徐南溪诸公，商榷音律，曾知绪余”[③]而毛仲敏、杨守斋等人是宋代著名琴家，因此可以推断，徐理的琴律理论在当时是颇有影响的

徐理《琴统》中最为后人称道的是“十则”部分，他不但指出了琴中泛音由于琴弦分段振

① 《宋史》卷四百四十一，列传第二百，文苑三。

② [明]蒋克谦：《琴书大全·卷二·声律上·第二十二》，第 37 页，《琴曲集成》第五册，北京：中华书局，2010 年。

③ [宋]张炎：《词源》，第 32 页，台北：商务印书馆，1981 年。

动产生的，而且还把将琴弦从一等分至十等分，并将所得到音位具体弦长以及所处位置清楚地标示出来，通过实践证明，琴中不但有十三个明徽，更存在其他十八个甚至还有更多的“无徽之徽”。

琴有十则，节四十五，同者十有四，得位者三十有一。夫十数者，天地声成之道，而比折之法则又有妙用。……琴工但知有简率比折求徽之法，而不知有无徽之徽。操音者，规于有徽之中，而不知有应声之节。遂使七则、九则、十则皆废而不举，隐而不章。夫琴之有则，则之有节，节之有应，应之有徽，莫逃乎数。数出自然，自然者自一而十，缺一不可，岂得而？之哉。亦由不知古圣贤之本法故也，人徒见徽按岁十二月并闰而为十三而不知十三徽不足以尽谈琴中之应声。按徽而应者有限，太？徽而应者不一有应矣，而莫知其所自来俗工之法，所以为未至也。今开列十则，谈备诸节应声，业明旨奥。……况音声乎，究其所谐，亦归之数而已。有节有应，数也。有节无应，亦数也。故曰道不可穷。一则，弦间之长四尺五寸……[①]

上述文字有以下两点值得注意：首先，徐理采用了朱熹《琴律说》中弦长为四尺五寸的规范，化简了计算中的麻烦，精确地计算出十则中各节点的具体弦长以及与之相对应的徽位。其次，徐理在文中点明，琴上的节点并不止这十则所展示的三十一个，正所谓“有节有应，数也。有节无应，亦数也。故曰道不可穷。”

在十则中，一则至六则中所得的每个节点位置都与琴徽相吻合，而七则、八则、九则、十则部分所得的具体位置则各有不同。因此笔者为了能够简便而清楚地将徐理所列数据展示出来，特将一则至六则所得各数据统列一表，而七、八、九、十个则所得数据则各列其表。

表 4.1.1：某弦一则至六则各节点音位表：（以某弦岳山至龙龈全长的相对弦长为 1）

徽位	实际弦长	一则相对弦长	二则相对弦长	三则相对弦长	四则相对弦长	五则相对弦长	六则相对弦长	泛音相对音分数	按音相对音分数
龙龈	4.5(尺)	1						0	0
十三徽	3.9375								

① [明] 汪芝：《西麓堂琴统·卷一·十则》，《琴曲集成》第三册，中华书局出版，2010 年。

十二徽	3.75						$\frac{5}{6}$	2400+702	约 316
十一徽	3.6					$\frac{4}{5}$		2400+386	约 386
十徽	3.375				$\frac{3}{4}$			2400	约 498
九徽	3			$\frac{2}{3}$			$\frac{4}{6}$	1200+702	约 702
八徽	2.7					$\frac{3}{5}$		1200+386	约 884
七徽	2.25		$\frac{1}{2}$		$\frac{2}{4}$		$\frac{3}{6}$	1200	1200
六徽	1.8					$\frac{2}{5}$		2400+386	1200+386
五徽	1.5			$\frac{1}{3}$			$\frac{2}{6}$	1200+702	1200+386
四徽	1.125				$\frac{1}{4}$			2400	2400
三徽	0.9					$\frac{1}{5}$		2400+386	2400+386
二徽	0.75						$\frac{1}{6}$	2400+702	2400+702
一徽	0.5625								
岳山									

表 4.1.2：七则所得各节点音位表

相对弦长	龙龈	$\frac{6}{7}$	$\frac{5}{7}$	$\frac{4}{7}$	$\frac{3}{7}$	$\frac{2}{7}$	$\frac{1}{7}$	岳山
实际弦长	4.5（尺）	约 3.8568	约 3.214	约 2.5712	约 1.9284	约 1.2856	约 0.64284	0
徐理徽位		十二十三徽之间	九十徽之间	八徽之上	六徽之下	四五徽之间	一二徽之间	
现代徽分		约十二徽六分	约九徽六分	约七徽七分	约六徽三分	约四徽四分	约一徽四分	
泛音相对		约 2400+969	约 2400+969	约 2400+969	约 2400+969	约 2400+969	约 2400+969	

音分数								
按音相对音分数		约267	约583	约969	约1200+267	约1200+969	约2400+969	

表4.1.3：八则所得各节点音位表

相对弦长	龙龈	$\frac{7}{8}$	$\frac{6}{8}$	$\frac{5}{8}$	$\frac{4}{8}$	$\frac{3}{8}$	$\frac{2}{8}$	$\frac{1}{8}$	岳山
实际弦长	4.5尺	3.9375	3.375	2.8125	2.25	1.6875	1.125	0.5625	0
徐理徽位		十三徽	十徽	八九徽之间	七徽	五六徽之间	四徽	一徽	
现代徽分		十三徽	十徽	约八徽四分	七徽	约五徽六分	四徽	一徽	
泛音相对音分数		3600	2400	3600	1200	3600	2400	3600	
按音相对音分数		约231	498	约814	1200	1200+498	2400	3600	

表4.1.4：九则所得各节点音位表

相对弦长	龙龈	$\frac{8}{9}$	$\frac{7}{9}$	$\frac{6}{9}$	$\frac{5}{9}$	$\frac{4}{9}$	$\frac{3}{9}$	$\frac{2}{9}$	$\frac{1}{9}$	岳山
实际弦长	4.5尺	4	3.5	3	2.5	2	1.5	1	0.5	0
徐理		十三徽外	十徽十一徽之	九徽	七八徽之间	六七徽之间	五徽	三四徽之间	一徽之上	

徽位			间							
现代徽分		约十三徽一分	约十徽六分	九徽	约七徽六分	约六徽四分				
泛音相对音分数		约3600+204	约3600+204	约1200+702	约3600+204	约3600+204	约1200+702	约3600+204	约3600+204	
按音相对音分数		204	约435	702	约1018	约1200+204	约1200+702	约2400+204	约3600+204	

表4.1.5：十则所得各节点音位表：

相对弦长	龙龈	$\frac{9}{10}$	$\frac{8}{10}$	$\frac{7}{10}$	$\frac{6}{10}$	$\frac{5}{10}$	$\frac{4}{10}$	$\frac{3}{10}$	$\frac{2}{10}$	$\frac{1}{10}$	岳山
实际弦长	4.5尺	4.05	3.6	3.15	2.7	2.25	1.8	1.35	0.9	0.45	0

徐理徽位											
现代徽分		十三徽二分	十一徽	九徽四分	八徽	七徽	六徽	四徽六分	三徽	一徽上二分	
泛音音高		3600+386	2400+386	3600+386	2400+386	1200	2400+386	3600+386	2400+386	3600+386	
按音音高		182	386	617	884	1200	1200+386	1200+884	2400+386	3600+386	

徐理等当时的琴学家们已经完全了解了琴弦的基本特征，并对泛音音位也有了详细的研究，通过上述能够得知，在徐理生活的时代，对于琴弦自身属性以及特定的认识已经非常深入了，并对泛音音位也有了详细的研究，因此不难发现琴徽中的泛音位置与三分损益律制规范下的按音在音高取位有所不同的问题了。虽然徐理对于这一问题的阐述如今已经散佚，但是在《琴书大全》中我们仍然可以窥豹一斑。“徐氏于琴统，所以特著琴准异同一篇，其间有谓，准为推律之器，琴为制曲之器。准弦下画十二，琴弦之旁寘徽十三，徽法、准法不相为用。徽以比折登对，均齐；律以损益参差，长短难以牵强附会。”①

（三） 曹庭栋《琴学》中的对泛音的阐释

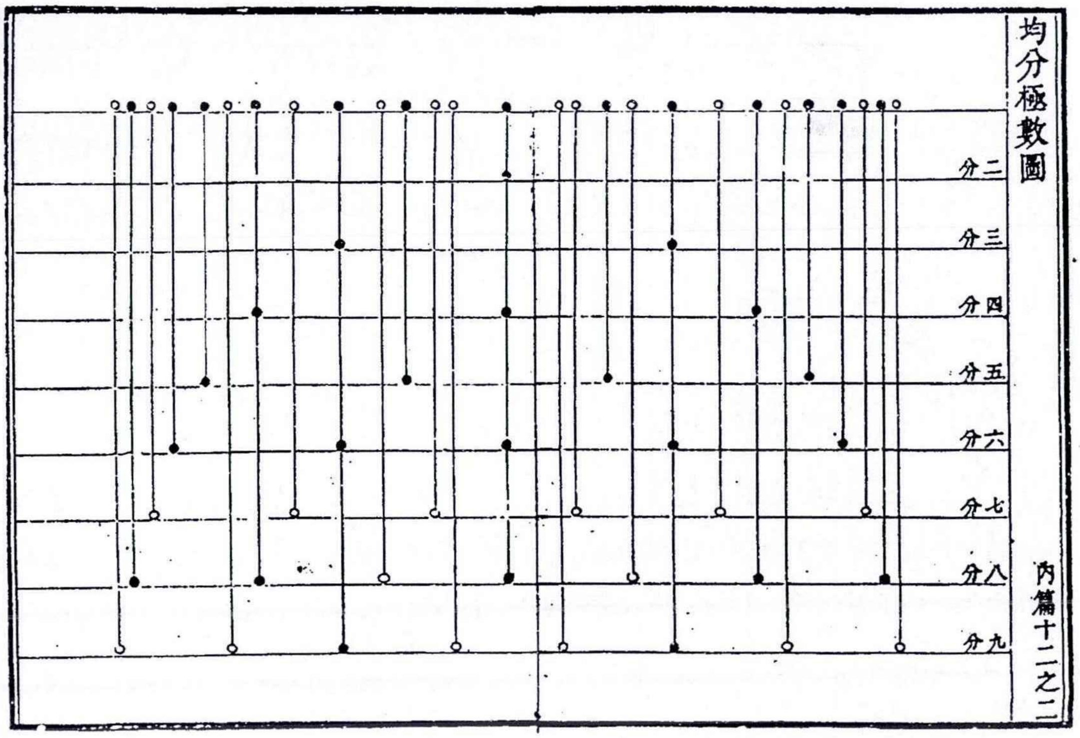
曹庭栋（公元 1699—1785），清代著名学者、画家、琴家。他的琴学专著《琴学》共有内外两篇，《内篇》论“琴律正、变，倍、半之理，及定徽转调之法。”《外篇》则“荟萃古今琴说，而以己意断其是非”（《四库存目提要》）。他从小学琴，精通音律。他十分重视理论和实践的结合，认为过往很多律学问题都是由于研究者理论脱离实践所产生的，即“论律者空言其理，而不能施于用；以指法授受者，能施于用，而究其理，于是往往相左。”

① [明]蒋克谦：《琴书大全·卷六·琴徽十八》，《琴曲集成》第五册，北京：中华书局，2010年，第136页。

他通过琴乐实践发现了琴上的泛音远不止十三徽，而是在琴弦的七等分、八等分甚至九等分一直到十二等分的节点处都能够发出泛音的声响。十二等分之后再分的话也可以发声，但是由于各节点之间的距离太短了，已经容不下手指的宽度了，因此已经不具备可操作性了。曹庭栋还制图以标识二等分至十二等分所能产生的所有的节点在琴弦上的具体位置。正是由于曹庭栋非常尊重琴学实践，因此其所著的琴学专论成为清代以来各琴律研究者纷纷借鉴的重要文献资料。

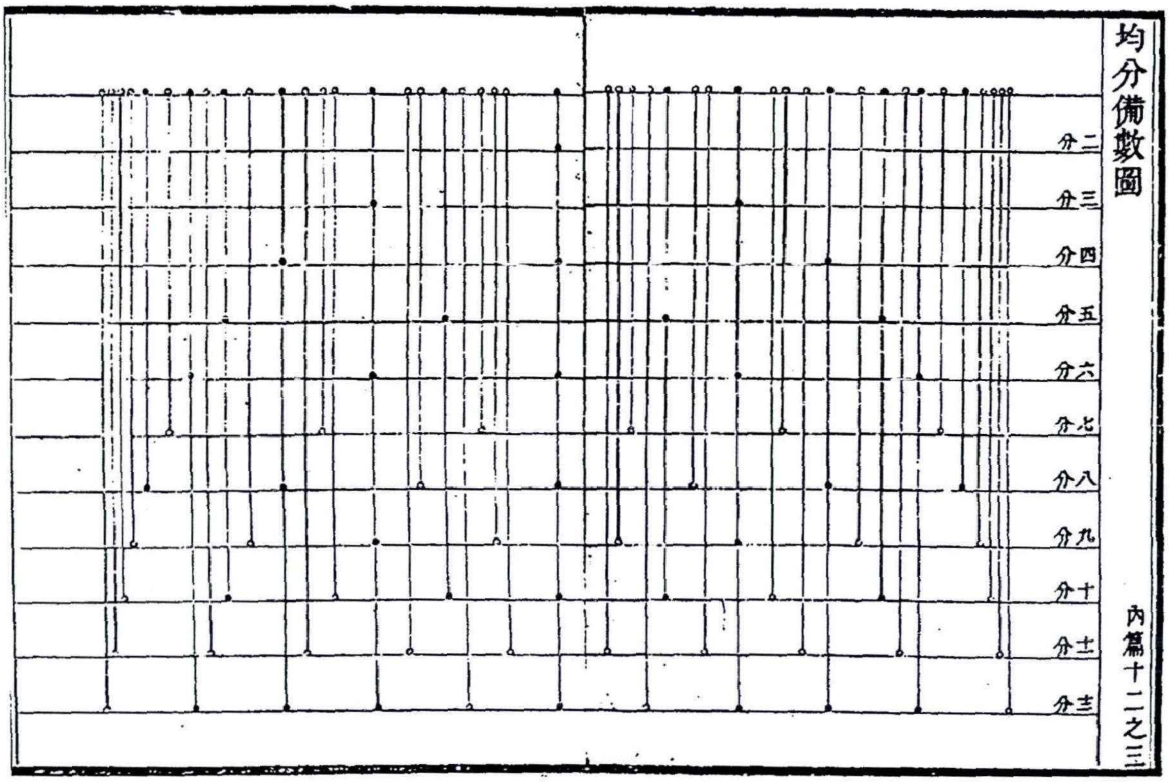
> 古圣人变通以定徽，意在斯乎。若推其均分之数，六分而外，七分、八分以至九分、十二分，度之有位，泛之有声。除分处重见之徽，分数同者声亦同。七分，同声者六；八分，同声者四；九分，同声者六。
>
> 九者，数之极也。计九分所得徽位，凡二十有七，乃三其九也。
>
> 自九分以往，至十二分。十二者，数之倍也。计所得徽位，凡四十有五，而合洛书五九之全数焉。
>
> 自此以后再分之，虽有其位在，然间不容指，声已渐入与无，呜呼至矣。[1]

图 3.1.2：二至九等分所得泛声音位[2]



[1] 曹庭栋，《琴学·内篇·原徽第十二》，《续修四库全书》，上海古籍出版社，2002 年，第 391 页。
[2] 曹庭栋，《琴学·内篇·原徽第十二》，《续修四库全书》，上海古籍出版社，2002 年，第 390 页。

图 3.1.3：二至十二等分所得泛声音位[1]



通过历代琴学家对于泛音音位的认识，我们能够清楚地认识到，我国古代琴人早已发现泛音的产生与琴弦分段振动之间的直接关系，凡是琴弦等分的节点处都可以产生一个泛音点，理论上一根弦上可以产生无数多的泛音位置，但是由于实践中的局限性，我们所能够演奏出的泛音则是有限的。因此历代琴学家们对于泛音点的探讨，至始至终都建立在实践的基础上，他们在长期的琴乐实践中一方面努力探求泛音的多样性，另一反面则总结那些在音乐实践中经常被用到的泛音音位，并将其位置用“徽”位固定下来，即十三徽。

[1] 曹庭栋，《琴学·内篇·原徽第十二》，《续修四库全书》，上海古籍出版社，2002 年，第 391 页。

三 十三徽的律学规范

通过上文我们知道，琴上的十三徽位是琴弦分段振动的节点处，因此，在琴徽处我们既可以通过虚按琴弦的方式演奏出泛音，又可以通过实按琴弦的方式得到按音。由于发生原理的不同，在同一根弦的同一徽位上，泛音与按音的相对音高可能是相同的，也可能是不相同的。但无论如何，泛音与按音的音高都取决于其所在琴弦的空弦散音的音高。

（一）各徽的泛音音高的律学规范

由于泛音是由弦的分段振动所产生的，因此泛音的音高只与该分段的相对振动弦长有关。因此对于整根弦来说，岳山与龙龈为琴弦作整体振动的两个波节，而泛音的发音原理简而言之就是将演奏者手指虚按在琴弦中的某一位置，这样全弦振动并没有被截断，同时又加强了按音位与琴某端的振动能量。该位置成为分段振动的一个节点，而另外一端的节点则是岳山或龙龈二者之一，这取决于该虚按位置到底是离岳山更近一点还是离龙龈更近一点。若离岳山近的话，则分段振动的有效振动弦长为该点至岳山的距离；若离龙龈近的话，则分段振动的有效弦长为该点至龙龈的距离。因此我们可以看到，琴上的琴徽是以七徽，也就是琴弦的中心位置为界，六徽至一徽所发的泛音音高是由徽位至岳山之间的弦长决定的；八徽至十三徽所发的泛音音高是由徽位至龙龈之间的弦长决定的。因此才会出现以七徽为对称轴，轴两端相对应的徽位所发出的泛音音高完全相同的情况。

表 3.1.1：十三徽各徽的分段振动表

	龙龈	十三	十二	十一	十	九	八	七	六	五	四	三	二	一	岳山
全弦振动	1														
二等分								$\frac{1}{2}$							
三等分						$\frac{1}{3}$				$\frac{1}{3}$					
四等分					$\frac{1}{4}$			$\frac{1}{2}$			$\frac{1}{4}$				
五等分				$\frac{1}{5}$			$\frac{1}{5}$		$\frac{1}{5}$			$\frac{1}{5}$			
六等分			$\frac{1}{6}$			$\frac{1}{3}$		$\frac{1}{2}$		$\frac{1}{3}$			$\frac{1}{6}$		

八等分		$\frac{1}{8}$												$\frac{1}{8}$	

从上表能够看出，十三个徽位之间的相对分段振动弦长，是以七徽为对称轴，相互对称的，既然相对振动弦长相同，那么所发的音也就相同。琴上泛音的这一发音特征，古人也早有总结。崔遵度就在其琴学专论《琴笺》中这样说道：

以各徽相对而音相同者言之，六徽与八徽相对，五徽与九徽相对，四徽与十徽相对，三徽与十一徽相对，二徽与十二徽相对，一徽与十三徽相对，徽相对而所出之音必相同者无他由。焦尾至七徽中间各徽之五声二变度分与岳山至七徽中间各徽五声二变度分彼此相同，故也，大抵泛音之取音以七徽居中为界。[1]

若用传统的五声体系来具体标识一根弦上泛音的相对音高，我们可以选择某一根弦，假定它的全弦振动所发之音为宫音，也就是散音为宫音，那么这条弦上十三徽的音高情况，可以表示为：

表 3. 1. 2 以某弦为宫弦，十三徽泛音音高表：

徽位	龙龈	十三	十二	十一	十	九	八	七	六	五	四	三	二	一	岳山
分段振动	1	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0
泛声音高	宫	少少少宫	少少徵	少少角	少少宫	少徵	少少角	少宫	少少角	少徵	少少宫	少少角	少少徵	少少少宫	
泛声音分数	0	3600	2400+702	2400+386	2400	1200+702	2400+386	1200	2400+386	1200+702	2400	2400+386	2400+702	3600	

通过上表能够看到，一根弦上所能够发出的泛音音高有这样的特点：

[1] 《琴旨·上卷·泛音四准》，王坦，《四库全书文渊阁本》

首先，以七徽为对称轴，轴对称的两个泛音无论是音的相对高度还是绝对高度都是相同的。其次，整条弦上共有三个相对音高不同的音，即散音本身、与散音呈和谐五度的音，还有与散音呈和谐大三度的音。除去散音的音高，每条弦的十三徽只能新生两个不同相对音高的泛音。

盖一徽四徽七徽十徽十三徽声相同，二徽五徽九徽十二徽声相同，三徽六徽八徽十一徽声相同，故有三声其有，只得二声者。[①]

其中，三徽、六徽、八徽和十一徽所产生的这个与散音呈和谐大三度的音非常值得一提。它们与我国传统三分损益生律法所生的宫与角之间的大三度在音高上有着很大的差别。三分损益生律法所生的大三度音是由三分损益第四次生律的第五音，它的相对弦长为 $\frac{64}{81}$，化为现代音分数是 408 音分，因此要比琴中所生的和谐大三度 386 音分高 22 音分，这样的差异毫无疑问非常容易辨别出来，这一点，古人早已说明。但是由于称谓的原因，历代学者仍然采用三分损益的五音体系来对称呼这些不同律高的音。

由于泛音的音高是基于散音的音高，因此，七弦之间散音的音高关系也就决定着七弦间各泛音之间的关系。我们知道，泛声的发音音高是由全弦振动所发出的散声基本音高决定的。散音的基本音高若改变，其十三徽中的每一个泛音音高都会改变，但是每一徽所产生的泛音音高与散音的基本音高之间的相对关系是不会改变的。例如在传统的琴正调中，琴弦自一弦至七弦的音高排列为三分损益生律法所生的倍徵、倍羽、宫、商、角、徵、羽，那么我们可以用相对弦长比来表示各音之间的音高关系。这里我们之所以要用相对弦长，是因为七条弦的实际弦长是一样长度，因此只能根据各音之间的相生关系，用相对弦长的表述方式来表达。假设三弦宫音的相对弦长为 1，那么一弦宫三分损益生六弦徵，其相对弦长为 $1\times\frac{2}{3}=\frac{2}{3}$，六弦徵三分益一生四弦商，其相对弦长为 $\frac{2}{3}\times\frac{4}{3}=\frac{8}{9}$，四弦商三分损一生七弦羽，其相对弦长为 $\frac{8}{9}\times\frac{2}{3}=\frac{16}{27}$，七弦羽三分益一生五弦角，其相对弦长为 $\frac{16}{27}\times\frac{4}{3}=\frac{64}{81}$，而一弦、二弦的相对弦长为六弦、七弦相对弦长的一倍，即一弦的相对弦长为 $\frac{2}{3}\times2=\frac{4}{3}$，二弦的相对弦长为 $\frac{16}{27}\times2=\frac{32}{27}$。

---

① 《琴旨·上卷·泛音四准》，王坦，《四库全书文渊阁本》

七弦七至十三徽泛音之相对音高关系：

		岳山（散声）	十三徽	十二徽	十一徽	十徽	九徽	八徽	七徽
一弦	相对弦长	$\frac{4}{3}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{2}{9}$	$\frac{4}{15}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{4}{9}$	$\frac{4}{15}$	$\frac{2}{3}$
	五音名	倍徵	少少徵	少少商	少变宫	少徵	少商	少变宫	徵
	相对音分数	-1200+702	2400+702	2400+204	1200+1088	1200+702	1200+204	1200+1088	702
二弦	相对弦长	$\frac{32}{27}$	$\frac{4}{27}$	$\frac{16}{81}$	$\frac{32}{135}$	$\frac{8}{27}$	$\frac{32}{81}$	$\frac{32}{135}$	$\frac{16}{27}$
	五音名	倍羽	少少羽	少少角	少少清宫	少羽	少角	少少清宫	羽
	相对音分数	-1200+906	2400+906	2400+408	2400+92	1200+906	1200+408	2400+92	906
三弦	相对	1	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{2}$

	弦长								
	五音名	宫	少少少宫	少少徵	少少角	少少宫	少徵	少少角	少宫
	相对音分数	0	3600	2400+702	2400+386	2400	1200+702	2400+386	1200
四弦	相对弦长	$\frac{8}{9}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{4}{27}$	$\frac{8}{45}$	$\frac{2}{9}$	$\frac{8}{27}$	$\frac{8}{45}$	$\frac{4}{9}$
	五音名	商	少少少商	少少羽	少少变徵	少少商	少羽	少少变徵	少商
	相对音分数	204	3600+204	2400+906	2400+590	2400+204	1200+906	2400+590	1200+204
五弦	相对弦长	$\frac{64}{81}$	$\frac{8}{81}$	$\frac{32}{243}$	$\frac{64}{405}$	$\frac{16}{81}$	$\frac{64}{243}$	$\frac{64}{405}$	$\frac{32}{81}$
	五音名	角	少少少角	少少变宫	少少清徵	少少角	少变宫	少少清徵	少角
	相	408	3600+4	2400+11	2400+79	2400+4	1200+11	2400+79	1200+4

	对音分数		08	10	4	08	10	4	08
六弦	相对弦长	$\frac{2}{3}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{9}$	$\frac{2}{15}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{2}{9}$	$\frac{2}{15}$	$\frac{1}{3}$
	五音名	徵	少少少徵	少少少商	少少变宫	少少徵	少少商	少少变宫	少徵
	相对音分数	702	3600+702	3600+204	2400+1088	2400+702	2400+204	2400+1088	1200+702
七弦	相对弦长	$\frac{16}{27}$	$\frac{2}{27}$	$\frac{8}{81}$	$\frac{16}{135}$	$\frac{4}{27}$	$\frac{16}{81}$	$\frac{16}{135}$	$\frac{8}{27}$
	五音名	羽	少少少羽	少少少角	少少少清宫	少少羽	少少角	少少少清宫	少羽
	相对音分数	906	3600+906	3600+408	3600+92	2400+906	2400+408	3600+92	1200+906

上表是古琴传统正调七条弦上，七徽至十三徽上的泛音相对音高，而七徽至一徽之间的各泛音音高与七徽至十三徽之间的的各发音音高一一对应，这里就不一一列表了。但从上表我们

能够观察到每根弦上七徽、十徽、十三徽这三徽上所发出的泛音音高都与该弦空弦所发出的散音音高呈倍半关系，因此，它们与七弦散音之间都是音高关系都是一样的，只是在音色和音域上稍有区别。而每根弦上的九徽和十二徽上所发出的泛音音高都与其空弦所发出的散音音高呈和谐五度关系，因为古琴正调七根弦之间的散音音高关系也是以和谐纯五度为生律基础而产生的，因此这两徽上所发出的泛音与正调七弦之间的散音音高是相一致的。尽管五弦的十二徽和九徽所发之泛音为变宫，正调七弦之间并不存在这一相对音高，但是这与三分损益所生的变宫音并无差别，同时它与其他六条弦上的几个相同位置的泛音共同组成的音列也与七根弦上所发散音的音列之间的音高关系一致，只是具体音高不同。当然，这只限于琴七弦以三分损益生律法时才匹配，若七弦散音不是三分损益所生之律，那么这些泛音之间的相对关系也会随之而变化。总之，上述这五徽在琴正调的条件下所发出的泛音是完全符合三分损一生律法的要求的。

与上述五徽不同的是八徽、十一徽两徽，其分段振动都是全弦的五分之一，在谐音列中第五分音与第一分音之间的相对音程关系为两个纯八度加和谐大三度，去掉两个纯八度剩下的这个和谐大三度就是八徽、十一徽上所发出的发音与该弦散声之间的相对音程关系。

徽不遇五声二变之度分，故也以各徽所得之五声二变言之。一徽四徽七徽十徽十三徽俱得本弦之正声。二徽五徽九徽十二徽俱得本弦正声相生之声。三徽六徽八徽十一徽在三弦则得角声，角生变宫，故在一弦六弦而得变宫之声。变宫生变徵，故在四弦而得变徵之声。变徵生清宫，故在二弦七弦而得清宫之声，有其位而不用。清宫生清徵，故在五弦而得清徵之声，有其位而不用。此各弦泛音得各徽五声二变之大概也。①

从上文的论述中我们能够得到这样的结论，在琴正调中，琴上除了三徽、六徽、八徽和十一徽外，其他九个徽位上所产生的泛音音高与空弦散声的音高或呈和谐八度关系或呈和谐五度关系，因此这些徽位上所产生的泛音音高完全符合三分损益的律学规范。而三徽、六徽、八徽和十一徽上所产生的泛音音高，是由于整弦五等分的分段振动而产生的和谐大三度，这与三分损益生律法中连续四次生律后所得到的大三度的音高有一定的差异。因此，对于这四徽上所产生的泛音音高，即使古人仍应用三分损益所生之音名或律名为其命名，但是我们应清晰地认识到它们与三分损益生律法所产生的同音名或同律名的音高是完全不同的。

---

① 曹庭栋《琴学·内篇·声位第十五》，《续修四库全书·子部·艺术类》，第396页。

（二）十三徽的按音音高的律学规范

我们知道泛音的产生是通过虚按琴弦，在不截断全弦振动的基础上放大手指所按位置处的分段振动；而琴上的按音的发音原理却与之不同，它是通过改变整体振动弦长来改变发音音高。按音是产生于散音，空弦散音的音高决定着其按音的相对音高，因此在不同的弦上，同一位置所发出的音高是不同的，原因就是七根弦自身空弦散音的音高相互不同。

由于古琴是从离近岳山处拨弦，因此按音的振动弦长，是从岳山至按音处的距离。一根弦上，整弦振动的弦长最长，因此其所发之音也就最低，按音的音高则根据按音位离岳山的远近，音高依次不同，但都比空弦音高。按音位离岳山越远，有效振动弦长就越长，因此所发音就越低；按音位离岳山越近，有效振动弦长就越短，其所发之音就越高。

十三徽的命名按照离岳山的远近依次排列，离岳山最近的徽位称为一徽，离岳山最远的一个徽位被称为十三徽，从一徽至十三徽，按音的音高依次降低。我们若将整弦的相对弦长设定为 1，那么十三徽位上泛音的相对弦长、按音的相对弦长以及相邻两徽之间的相对弦长可以表示为：

徽位	龙龈	十三徽	十二徽	十一徽	十徽	九徽	八徽	七徽	六徽	五徽	四徽	三徽	二徽	一徽	岳山
分段振动	1	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0
相对弦长	1	$\frac{7}{8}$	$\frac{5}{6}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{5}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0
相邻两徽相对弦长	$\frac{1}{8}$	$\frac{1}{24}$	$\frac{1}{30}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{15}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{10}$	$\frac{1}{15}$	$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{30}$	$\frac{1}{24}$	$\frac{7}{8}$	

通过上表可以看到，在琴的某一根弦上，十三徽位上的按音的相对弦长与空弦散音相对弦长之间的比例是固定，因此，十三徽位上的按音音高也与其所在琴弦的空弦散音音高的音程关系是相对固定的。

我们若假设某弦的空弦散音位宫音的话，那么该弦十三徽位上的按音所产生的相对音高以

及相对音分数可表示为：

徽位	散音	十三徽	十二徽	十一徽	十徽	九徽	八徽	七徽	六徽	五徽	四徽	三徽	二徽	一徽	岳山
相对弦长	1	$\frac{7}{8}$	$\frac{5}{6}$	$\frac{4}{5}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{3}{5}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{5}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{8}$	0
相对音分数	0	约231	约316	约386	约498	约702	约884	约1200	约1200+386	约1200+702	2400	约2400+386	约2400+702	3600	
五声名	宫	商	清商	角	清角	徵	羽	少宫	少角	少徵	少少宫	少少角	少少徵	少少少宫	

上表中能够看到，从十三徽至一徽之间的按音共可以分为三个八度，十三徽至七徽为第一个八度，七徽至四徽为第二个八度，四徽至一徽为第三个八度。当然从第一徽至岳山处还可以发出更高的音，但是在琴乐实践中，由于其所发出的按音已经超出三个八度，同时一徽至岳山之间的距离又比较小，很难做按音演奏，因此通常情况下，一徽以上的按音在琴乐实践中通常不会使用。

上表能够反映出的第二个特征是，一徽至七徽（除六徽外）所发的按音相对音高与泛音相对音高完全一样，而八徽至十三徽所发的按音音高则于泛音音高有很大的差异。八徽按音至十三徽按音可以发出一个八度内的六个不同高度的音，尽管我们仍然用五声名的表述体系来记录这些音，但实际上这六个音与空弦散音的相对音程关系与三分损益生律法所产生的相对应的音程关系是非常不同的（除了五度关系的音高相同）。下面我们具体了解一下在三分损益生律法的律学规范下，在同一根弦上五音十二律的按音位置。

第二节　三分损益规范下的宫弦五音十二律按音音位

通过上文对十三徽位上按音相对音高的讨论，我们能够看到各徽位上所发出的音高与该弦

散音之间构成的音程关系与三分损益生律法规范下所生成的各种音程关系的数理构成并不一样。下面我们详细论述历代琴学研究者对于三分损益规范下的五音十二律在琴弦上的具体位置。

一　宫弦三准之五音音位

（一）琴之三准

在讨论该问题之前，我们要弦了解一下弦上按音之“三准”。历代琴学家在众多的琴律专论中都对琴之“三准”有非常详细的探讨。所谓“三准”是指在琴的任意一根弦上都存有三个完整的八度按音，即龙龈至七徽为第一个八度，称为“下准”；七徽至四徽为第二个八度，称为“中准”；四徽至一徽为第三个八度，称为“上准”。一徽至岳山之间的按音由于操作的局限性以及音高等问题，通常不使用于琴乐实践。

若假设岳山至龙龈的全弦相对弦长为 1，那么“下准”的相对弦长，也就是龙龈至七徽之间的相对弦长为全弦相对弦长减去岳山至七徽之间的相对弦长，即 $1-\frac{1}{2}=\frac{1}{2}$；而“中准”的相对弦长，也就是七徽至四徽之间的相对弦长为岳山至七徽之间的相对弦长减去岳山至四徽之间的相对弦长，即 $\frac{1}{2}-\frac{1}{4}=\frac{1}{4}$；而“上准”的相对弦长，也就是四徽至一徽之间的相对弦长为岳山至四徽之间的相对弦长减去岳山至一徽之间的相对弦长，即 $\frac{1}{4}-\frac{1}{8}=\frac{1}{8}$。

若用全弦长三尺六寸的表述体系，那么“下准”的实际弦长为 $3.6-(3.6\times\frac{1}{2})=1.8$（尺）；“中准”的实际弦长为 $1.8-(3.6\times\frac{1}{4})=0.9$（尺）；“上准”的实际弦长为 $0.9-(3.6\times\frac{1}{8})=0.45$（尺）。

而在全弦长四尺五寸的表述体系中，“下准”的实际弦长为 $4.5-(4.5\times\frac{1}{2})=2.25$（尺）；“中准”的实际弦长为 $2.25-(4.5\times\frac{1}{4})=1.125$（尺）；“上准”的实际弦长为 $1.125-(4.5\times\frac{1}{8})=0.5625$（尺）。

另一方面，现代音乐声学的理论告诉我们，弦乐器在弦的张力和密度相同的情况下，其振动频率与弦长成反比。也就是说弦长越长，振动频率越高；弦长越短，振动频率越低。同时，当在同一个弦振动体上，若两个音的有效振动弦长呈倍半关系时，其振动频率之间也呈倍半关

系。因此只需要在三分损益的律学规范下计算出“下准”内的五音十二律的按音位置，便可以用折半的方法求出“中准”与“下准”内五音十二律的按音位置。正如若某弦空弦散声为宫，设定该整弦的相对弦长为 1，那么在该弦中少宫音所对应的相对弦长应该是整弦的一半，其按音为应在全弦的 $\frac{1}{2}$ 处，即七徽；而少少宫音所对应的相对弦长应为少宫音弦长的一半，也就是全弦的 $\frac{1}{4}$，其按音位置应在七徽至岳山之半处，即一徽所在之处。其他音音

（二）宫弦“下准”之五音按音音位

“宫、商、角、徵、羽”五音是中国古代传统音乐中最基本的乐音构成，它们依据三分损益的生律方法一一相生而得。古人用五音数之间的数理关系来表达这五音之间的音高关系，即宫音的声数为 81，将其三分损一得声数为 54 的徵音；将徵音三分益一，得声数为 72 的商音；再将商音三分损一，得声数为 48 的羽音；再将羽音三分益一，得声数为 64 的角音，这样便得到宫商角徵羽五音了。

同样的方法运用在琴弦中也可以很容易找到五音所在的具体位置。我们以宫弦为例，即假定空弹该弦时所发出的散音为宫音，那么此弦“下准”内五音所在的位置为：宫音即散声，其相对弦长为 1，商音的相对弦长为 $\frac{8}{9}$，角音的相对弦长为 $\frac{64}{81}$，徵音的相对弦长为 $\frac{2}{3}$，羽音的相对弦长为 $\frac{16}{27}$；而“中准”内五音所在的位置为：少宫音的相对弦长为 $\frac{1}{2}$，少商音的相对弦长为 $\frac{4}{9}$，少角音的相对弦长为 $\frac{32}{81}$，少徵音的相对弦长为 $\frac{1}{3}$，少羽音的相对弦长为 $\frac{8}{27}$；而“上准”内五音所在的位置为少少宫的相对弦长为 $\frac{1}{4}$，少少商的相对弦长为 $\frac{2}{9}$，少少角的相对弦长为 $\frac{16}{81}$，少少徵的相对弦长为 $\frac{1}{6}$，少少羽的相对弦长为 $\frac{4}{27}$。

尽管上述对于宫弦上“三准”内的五音音位的描述非常精确，但是作为一个实践性很强的理论体系，这样的音位讨论却不够直观性，因此下面采用琴人常用的实际弦长描述法对宫弦上“三准”内的五音音位进行讨论。

三尺六寸长宫弦上“三准”之五音位（保留小数点后两位）

声名	宫	商	角	徵	羽
下准五声具	3.6	3.2	约 2.84	2.4	约 2.13

体弦长（尺）					
中准五声具体弦长（尺）	1.8	1.6	约 1.42	1.2	约 1.067
上准五声具体弦长（尺）	0.9	0.8	约 0.71	0.6	约 0.53

四尺五寸长宫弦上“三准”之五音位（保留小数点后两位）

声名	宫	商	角	徵	羽
下准五声具体弦长（尺）	4.5	4	约 3.56	3	约 2.67
中准五声具体弦长（尺）	2.25	2	约 1.78	1.5	约 1.33
上准五声具体弦长（尺）	1.125	1	约 0.89	0.75	约 0.67

从上面两表能够看到，无论是三尺六寸琴还是四尺五寸琴，三准内的三分损益五声的按音位，除了宫音与徵音与徽位按音相符外，其他商音、角音和羽音都与徽位按音不对应，因此若采用徽间音位的描述方法对于琴乐实践则更具有操作性。

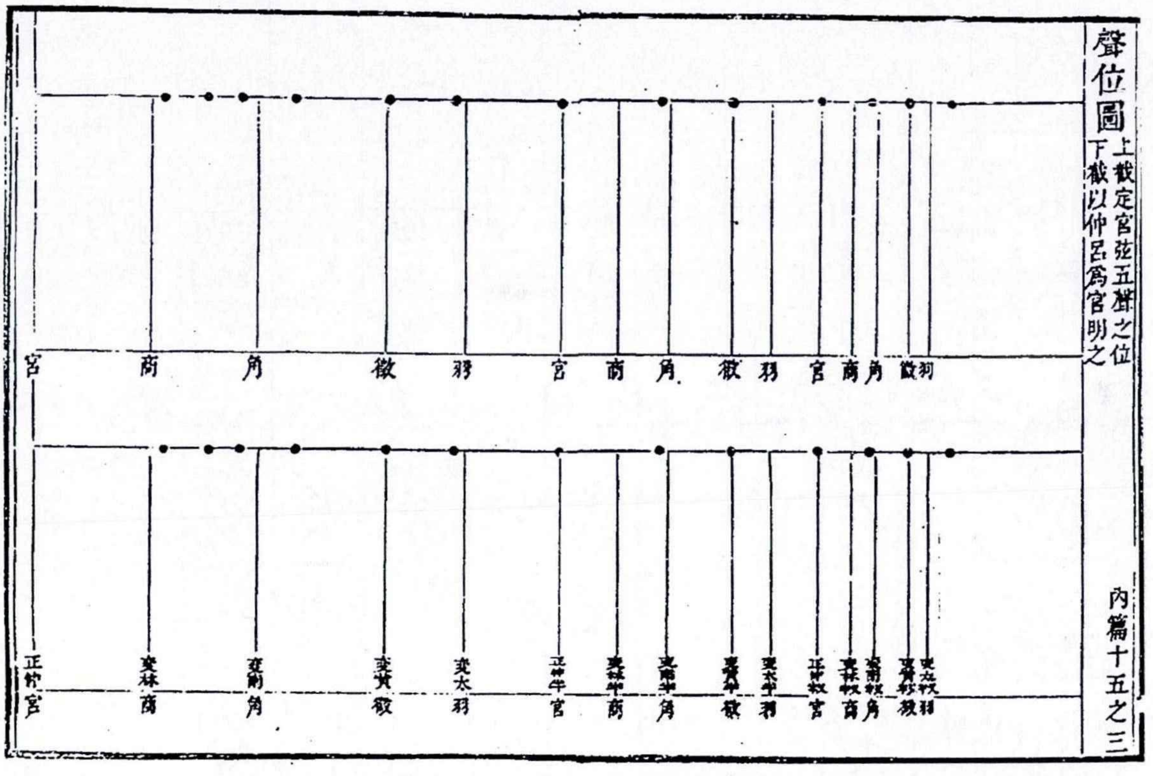
至于对徽间音位的描述方式，历代琴人除了直接标识按音的有效振动弦长外，更常用的方式是把徽位作为位置参考对象，另外加上或减去相对应的实际弦长，这种描述方式后来逐渐演变为徽分。下面我们将宫弦三准内五音所在的徽分位置列表如下：

声名		宫	商	角	徵	羽
上准	相对弦长	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$
	徽分音位	空弦	十三徽一分[①]	十徽八分	九徽	七徽九分

① 这里徽分的计算是根据赵宋光《古琴徽分的顺逆推算》一文中：“分”的数目×1/10 所近似的纯小数 =[任何按音的相对弦长 -右邻徽位按音的相对弦长]÷ [左右两徽距离折合成的相对长度]的公式计算得到的。其他徽分位置以此类推。

中准	相对弦长	$\frac{1}{2}$	$\frac{4}{9}$	$\frac{32}{81}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{8}{27}$
	徽分音位	七徽	约六徽四分	约五徽九分	五徽	约四徽七分
下准	相对弦长	$\frac{1}{4}$	$\frac{2}{9}$	$\frac{16}{81}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{4}{27}$
	徽分音位	四徽	约三徽四分	约二徽九分	二徽	约一徽六分

图 3.3.1：七徽至龙龈之五声位图[①]



二　黄钟弦之十二律按音

了解了宫弦三准之五音按音具体规范后，用同样的方法我们也可以讨论黄钟弦三准之三分损益十二律的具体布律情况。

① 曹庭栋《琴学·内篇·声位第十五》，《续修四库全书·子部·艺术类》，第 396 页。

首先是以黄钟弦散音相对弦长为 1 的十二律相对弦长的讨论。上、中、下三准内各具有十二律，一弦共有三十六律。

黄钟弦三准内十二律之相对弦长表：

律名		黄钟	大吕	太簇	夹钟	姑冼	仲吕	蕤宾	林钟	夷则	南吕	无射	应钟
下准	相对弦长	1	$\frac{2048}{2187}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{16384}{19683}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{13107}{17714}$	$\frac{512}{729}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{4096}{6561}$	$\frac{16}{27}$	$\frac{32768}{59049}$	$\frac{128}{243}$
	相对音分数	0	114	204	318	408	522	612	702	816	906	1020	1110
中准	相对弦长	$\frac{1}{2}$	$\frac{1024}{2187}$	$\frac{4}{9}$	$\frac{8192}{19683}$	$\frac{32}{81}$	$\frac{6553}{17714}$	$\frac{256}{729}$	$\frac{1}{3}$	$\frac{2048}{6561}$	$\frac{8}{27}$	$\frac{16384}{59049}$	$\frac{64}{243}$
	相对音分数	1200	1200+114	1200+204	1200+318	1200+408	1200+522	1200+612	1200+702	1200+816	1200+906	1200+1020	1200+1110
上准	相对弦长	$\frac{1}{4}$	$\frac{512}{2187}$	$\frac{2}{9}$	$\frac{4096}{19683}$	$\frac{16}{81}$	$\frac{3276}{17714}$	$\frac{128}{729}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1024}{6561}$	$\frac{4}{27}$	$\frac{16384}{59049}$	$\frac{32}{243}$
	相对音	2400	2400+114	2400+204	2400+318	2400+408	2400+522	2400+612	2400+702	2400+816	2400+906	2400+1020	2400+1110

	分数											

我们看到，在黄钟宫弦中，五声与十二律中前五律是相对应的关系，但是由于十二律各律之间并不是平均关系，因此在其他弦中，五音与十二律则不能保证一一对应关系，这一点古人也早有认识，但是这并不影响五音十二律两种表述体系在琴乐实践中的应用，正所谓：

律之位，一定而不易；声之位，随乎弦之为某律，律之为某声，递易其数，以为位者也。黄钟之均，律数与声数同，声位自与律位合。他律之均，律数虽不一，为宫之弦，同得八十一分，为徵、商、羽、角之弦，同得其应得之分，故每弦各具五声之位。[1]

第三节　三分损益之两种表述方式的律学内涵

中国传统律学理论虽然经过几千年的发展，但是其核心内容却从未改变（除朱载堉），那就是三分损益的生律方法。所谓三分损益生律法，分为三分损一和三分益一两个部分。若以弦律为例，三分损一是指将一根弦平均分为三份，去掉其中一份，剩下的两份弦体振动所生成的音高，与原来的振动体所生成的音高构成一个上方和谐五度关系，也就是现在所说的上方纯五度，两音的相对弦长比为 3:2；而三分益一则是同样将一弦平均分为三份，然后加上其中一份，共四份，变化以后的弦体振动与原弦振动所生成的音高构成一个下方和谐四度关系，就现代所说的下方纯四度，两音的相对弦长比为 3:4。其中，由三分损一所生的上方纯五度音；而由三分益一所生的下方纯四度音。

三分损益法就是由初始音出发，三分损一和三分益一交替进行，产生一系列不同数量的音，然后将这些音按照音高顺序排列起来，就构成三分损益基础上的不同“律制”。例如三分损益十二律、京房六十律、何承天三百六十律等等，都是以三分损益法为生律基础而产生的，只是由于生律次数不同，使得各律制之间乐音数量以及各律之间的相互关系有所不同，因而也形成了各律之间的不同特征。

尽管在中国律学理论发展的历程中，出现了众多在三分损益生律法基础上的“律制”种类，但是真正运用到音乐实践中的却并不多。其中最为音乐实践应用的是“五声七音”体系和“十二律”体系。这两种三分损益法的不同表达方式有本质的相似性，又有客观地差异性，体现着

[1] 曹庭栋，《琴学·内篇·声位第十五》，第 396 页。

中国古代人民在音乐实践和音乐理论之间巧妙搭配。下面我们就具体阐述一下在三分损益生律法基础上的这两种不同的表述方式各自的特点及问题。

一 三分损益之五音生律法表述体系

中国传统音乐中，在长期的音乐实践中逐步形成了以“宫、商、角、徵、羽”五音命名的五声音阶体系。

（一）五音体系的律学内容

虽然由于典籍散佚，我们目前还很难判断此五声之命名具体产生于何年代，但据已有文献能够确定至迟在春秋战国时期已经出现。在《国语·周语》中记载了公元前 522 年，乐官州鸠答周景王的问话中就提到了宫、角、羽三个声名。在出土的战国末年曾侯乙编钟上所刻地铭文中也完整地显示了此五声名。

根据文献所载，五音的产生是以三分损益为生律方法，但根据其生律步骤的略微不同，产生了两种生律结果。一种是以《管子·地员》篇为代表的先三分益一再三分损一的生律步骤；另外一种是以《淮南子·天文训》篇中先三分损一再三分益一的生律步骤。这两种生律步骤，虽然从表面上看产生了两种不同的结果，但从其本质上看，其结果却是相同的。下面我们具体阐释一下这两种生律步骤。

在目前所见文献中，公元前四世纪所著的《管子》在其“地员”篇中，最早提及了三分损益的计算方法，并用数学计算的方法向人们展示了三分损益法所生成的五音之间的相对长度关系。其原文如下：

> **凡将起五音，凡首，先主一而三之，四开以合九九，以是生黄钟了（小素之首），以成宫。三分而益之以一，为百有八，为徵；有三分，而去其乘，适足，以是生商；有三分，而复于其所，以是成羽；有三分，去其乘，适足，以是成角。**①

上述文字为我们提供了三方面的信息：

一是生律方法，即三分益一与三分损一交替使用，共生五律。

二是五音各自的音名，即“宫、商、角、徵、羽”。

---

① 《管子·第五十八·地员》，《管子集校》，郭沫若、闻一多、许维僪撰，北京：科学出版社，1956 年，第 909—910 页。

三是五音各自的声数。

列表如下：

五声名	徵	羽	宫	商	角
生声法	$81\times\frac{4}{3}=108$	$72\times\frac{4}{3}=96$	$3^4=81$	$108\times\frac{2}{3}=72$	$96\times\frac{2}{3}=64$
声数	108	96	81	72	64
相邻两音相对弦长比		$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$

而《淮南子·天文训》中对于五音的生律方法是这样记载的：

凡十二律，黄钟为宫，太簇为商，姑洗为角，林钟为徵，南吕为羽。物以三成，音以五立，……黄钟为宫，宫者，音之君也。故黄钟位子，其数八十一，……下生林钟，林钟之数五十四，……上生太簇，太簇之数七十二，……下生南吕，南吕之数四十八，……上生姑洗，姑洗之数六十四。①

这段文字同样也为我们提供了三方面的信息：

一是生律方法，即三分损一与三分益一交替使用，共生五律。

二是五音与十二律各音之间的对应，即"宫——黄钟、商——太簇、角——姑冼、徵——林钟、羽——南吕"。

三是五音各自的声数。

列表如下：

五声名	宫	商	角	徵	羽
生声法	81	$54\times\frac{4}{3}=72$	$48\times\frac{4}{3}=64$	$81\times\frac{2}{3}=54$	$72\times\frac{2}{3}=48$
声数	81	72	64	54	48
相邻两音相对弦长比		$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$

在上面两段文字我们能够看到，《管子·地员》中是以81宫为始发律，先三分益一，所生

① [西汉]刘安：《淮南子·卷上·天文训》，《诸子集成》，第七卷，国学整理社辑，北京：中华书局，2006年，第35页。

之音为宫音下方纯四度徵音，这与《淮南子·天文训》中先三分损一，得到宫音上方纯五度徵音的做法有所不同。但是这对于音乐实践并没有任何困扰，不难看出，由同一音三分损一和三分益一所生得的两个音，实际上是呈倍半关系，也就是现在所说的纯八度关系。这一点可以看到三分损益法生律自身其实就包含着纯八度关系。因此，在五音论述体系中，若宫音的声数为81，那么他下方纯四度的徵音的声数为 $81\times\frac{4}{3}=108$，而宫音上方纯五度徵音的声数为 $81\times\frac{2}{3}=54$，上下两个徵音构成一个纯八度的音程关系。

同时，按照三分损益法所生的五音之间的相互关系相对比较简单，因此并不会对音乐实践产生任何影响。根据上表能够得出这样的结论，宫与商的音程系数为9:8，商与角的音程系数为9:8，角与徵的音程系数为32:27，徵与羽的音程系数为9:8，羽与宫的音程系数为32:27。从表面上看三分损益法所生的五音，相邻两音之间只会出现两种音程关系，一为9:8，为大二度，与现代所说纯律大二度相同；另外一种为32:27，为小三度，是三分损益法所生小三度。但在音乐实践中，任何音与音之间都是存在互动关系，因此这简单的五个音之间会产生诸多音程关系。除了上述的大二度和小三度外，还有大三度、纯四度、纯五度、小六度、大六度和小七度这六种音程关系。例如：

大二度：如宫——商等，相对波长为$\frac{8}{9}$，相对音分数约为204[①]

小三度：如角——徵等，相对波长为$\frac{27}{32}$，相对音分数约为294

大三度：如宫——角，相对波长为$\frac{64}{81}$，相对音分数约为408

纯四度：如商——徵等，相对波长为$\frac{3}{4}$，相对音分数约为498

纯五度：如宫——徵等，相对波长为$\frac{2}{3}$，相对音分数约为702

小六度：如角——少宫，相对波长为$\frac{81}{128}$，相对音分数约为792

大六度：如角——徵等，相对波长为$\frac{16}{27}$，相对音分数约为906

---

① 根据缪天瑞《律学》中音分计算公式，音程音分数=log 音程系数×常数 3986.313

小七度：如商——少宫等，相对波长为$\frac{9}{16}$，相对音分数约为 996

由此可见，只是简单的五个音之间就可以产生众多音响效果完全不同的音程关系，除了没有小二度和大七度以外，其他各种音程关系都具备。而且五音体系最大的优点则是，每种音程关系都只有一种数据，因此，在音乐实践中这种五音表述体系的可操作性是非常强的，旋宫转调也是完全可以实现的。

中国传统音乐多是以五音为基础的，而这五音根据不同的排列顺序可以构成五种调式，即宫调式、商调式、角调式、徵调式和羽调式。每一种调式都以其中一音为主音，其他音与之构成一定的关系，共同构成该调式的音乐特征。例如，宫调式就是以宫音为主音，在宫调音乐中宫音占有重要地位，其他音都与宫音构成不同音程关系，从而形成宫调式的独特特征。

五种调式相对波长关系表：（以各调本调主音相对弦长为 1）

五声	宫	商	角	徵	羽	少宫	少商	少角	少徵	少羽
宫调式	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$	$\frac{1}{2}$	$(\frac{4}{9})$	$(\frac{32}{81})$	$(\frac{1}{3})$	$(\frac{8}{27})$
商调式		1	$\frac{8}{9}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{1}{2}$			
角调式			1	$\frac{27}{32}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{81}{128}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{1}{2}$		
徵调式				1	$\frac{8}{9}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$	$\frac{1}{2}$	
羽调式					1	$\frac{27}{32}$	$\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{9}{16}$	$\frac{1}{2}$

（二）五音表述体系中的七声音阶

当然，在音乐实践中并不单单只运用这五个音，那么对于其他的音的命名，五音表述体系采用了在五音前加“清”和“变”两字来表示。例如，宫商之间的是清宫，商角之间的是清商，角徵之间的是清角和变徵，徵羽之间的是清徵，羽宫之间的是清羽和变宫。

中国古代民间音乐中出现了三种加两变音的七声音阶形式，它们分别为：

第一种是加变徵和变宫的七声音阶，即宫、商、角、变徵、徵、羽、变宫的音阶排列形式。其生律顺序为，宫三分损一生徵，徵三分益一生商，商三分损一生羽，羽三分益一生角，角三分损一生变宫，变宫三分益一生变徵，即宫→徵→商→羽→角→变宫→变徵。

第二种是加清角和清羽的七声音阶，即宫、商、角、清角、徵、羽、清羽的音阶排列形式。其生律顺序为，从宫音按照三分损益的方法生出徵、商、羽、角四音，然后再将宫音三倍之，生宫音下方纯五度的清角音，再由清角三倍之，生下方纯五度清羽音，即清羽←清角←宫→徵→商→羽→角。这里能够看到民间在运用清角和清羽两音时，并没有墨守三分损益的生律方法，而是巧妙地运用了三倍反生方法，从宫音直接得到清角和清羽两音。

第三种是加清角和变宫的七声音阶，即宫、商、角、清角、徵、羽、变宫的音阶排列形式。其生律顺序为从宫音开始按照三分损益的方法连生徵、商、羽、角、变宫五律，再将宫音三倍之，生得下方纯五度清角音，即清角←宫→徵→商→羽→角→变宫。

由于七声音阶中另外两音的出现，五音表达体系中出现了小二度、大七度和三全音的音程关系，若想知道它们具体的音程系数，则需要先知道清角、变徵、清羽、变宫四音的相对弦长。首先变宫音，它是又角继续三分损一所生之音，因此其相对弦长就是角音相对弦长乘以三分之二所得，即 $\frac{64}{81}\times\frac{2}{3}=\frac{128}{243}$；而变徵音又为变宫音三分益一相生而得，因此其相对弦长就是变宫音的相对弦长乘以三分之四清角所得，即 $\frac{128}{243}\times\frac{4}{3}=\frac{512}{729}$。

与变宫、变徵两音生律方法不同的是清角、清羽两音，它们是由宫音三倍之得到的，因此若宫的相对弦长为 1，那么清角的相对弦长为 3，将其移入宫音所统领的八度内，其相对弦长可显示为 $\frac{3}{4}$；而清羽是由清角音继续三倍反生得到的，因此清羽的相对弦长为 $\frac{3}{4}\times\frac{3}{4}=\frac{9}{16}$。

当我们得到清角、变徵、清羽、变宫四个音的相对弦长时，便可以计算出它们各自与宫音之间的音程系数，即宫与清角的音程系数为 4:3，宫与变徵之间的音程系数为 729:512，宫与清羽之间的音程系数为 16:9，宫与变宫之间的音程系数为 243:128；同时这四个音又和其相邻音构成了小二度关系，其音程系数分别为：角与清角之间的音程系数为 $\frac{64}{81}:\frac{3}{4}$=256:243，变徵与徵之间的音程系数为 $\frac{512}{729}:\frac{2}{3}$=256:243，清羽与羽之间的音程系数为 $\frac{9}{16}:\frac{16}{27}$=256:243，变宫与宫之间的音程系数为 $\frac{128}{243}:\frac{1}{2}$=256:243

至此，三分损益法五音表述体系中所有的音程关系均已出现，它们的音程系数分别为：

小二度音程系数 256:243，相对音分数约为 90，与十二平均律相对音分数相差 10 音分；

大二度音程系数为 9:8，相对音分数约为 204，与十二平均律相对音分数相差 4 音分；

小三度音程系数为 32:27，相对音分数约为 294，与十二平均律相对音分数相差 6 音分；

大三度音程系数为 81:64，相对音分数约为 408，与十二平均律相对音分数相差 8 音分；
纯四度音程系数为 4:3，相对音分数约为 498，与十二平均律相对音分数相差 2 音分；
三全音音程系数为 729:512，相对音分数约为 612，与十二平均律相对音分数相差 12 音分；
纯五度音程系数为 3:2，相对音分数约为 702，与十二平均律相对音分数相差 2 音分；
小六度音程系数为 128:81，相对音分数约为 792，与十二平均律相对音分数相差 8 音分；
大六度音程系数为 27:16，相对音分数约为 906，与十二平均律相对音分数相差 6 音分；
小七度音程系数为 16:9，相对音分数约为 996，与十二平均律相对音分数相差 4 音分；
大七度音程系数为 243:128，相对音分数约为 1110，与十二平均律相对音分数相差 10 音分。

与五声音阶一样，七声音阶中的各种音程关系也都具有唯一性，这一特点就使得在音乐实践中，无论是哪一种调式，其音和音之间的相对关系是稳定的。三分损益之五音论述体系无论是从理论上还是在实践中都是非常完美而实用的，因此，在中国几千年的音乐历史长河中，五声体系成为中国传统音乐的最具代表性的标志之一。

二 三分损益之十二律表述体系

与五音表述体系相对应的还有另外一个三分损益法生律的表述体系——十二律表述体系，它仍然是以三分损益律生律法为基础的，将一个八度内划分为相对音程关系并不均等的十二律。在最早记录三分损益五音生律方法的《管子》中，虽然并没有明确提出十二律的具体生律方法和各律的律名，但是却也在其《管子·五行》篇中提到了十二钟的存在。

审合其声，修十二钟。以律人情，人情已得，万物有极。[1]

十二律与五音在音乐实践中的最大不同就是，十二律是为定音乐器——钟、磬、铙等的定音而产生的。因为钟等定音乐器并不能像琴、瑟、筑等弦乐器那样可以随时调音定调，而必须在烧制成型前就将音律调试好，一旦烧制成型音律就基本确定，若有误差，只能通过磋磨进行微调，而不可以有大的改动，这就要求诸如钟类等定音乐器在制造前就需要有固定而准确的十二律律高作为参照，因此，十二律及其生律方法也就应运而生了。

（一）三分损益生律法之十二律

总体来说，十二律如同五音一样都是以三分损益作为基本生律基础的，但是由于生律步骤

[1] 《管子·第四十一·五行》，《管子集校》，郭沫若、闻一多、许维遹撰，北京：科学出版社，1956 年

的不同，十二律的生律方法有分为两种，一种是以《史记·律书·生钟分》为代表的生律方法，即三分损一和三分益一交错运用，直至十二律全部生成；另一种是以《吕氏春秋·季夏纪·音律》篇和《淮南子·天文训》等为代表的生律方法，即由黄钟为初始音，同样三分损一和三分益一交错进行，直至蕤宾律，它是由应钟律三分益一生成，蕤宾下一律本应是由蕤宾三分损一产生，但在这里该律却又再一次由蕤宾三分益一而产生，这就是所谓的“蕤宾后重上生”，此后再三分损一和三分益一交错使用，直至十二律全部产生。这两种十二律不同的生律步骤和五音生律法的两种不同生律顺序一样，对于十二律各律之间的相对关系没有任何改变，只是前一种十二律生律顺序所生的十二律横跨两个八度，而第二种生律顺序，通过“蕤宾后重上生”的手段使得十二律能够集中在同一个八度之内。下面我们具体论述一下这两种十二律的生律步骤。

首先是《吕氏春秋·季夏纪·音律》篇，在这段文字中虽然没有将十二律的生律步骤一一介绍，但是它却用其他的描述方法将这一生律过程解释地非常清楚，它将三分损一和三分益一所生的上方和谐五度和下方和谐四度分别成为“下生”和“上生”，十二律中“黄钟、大吕、太簇、夹钟、姑洗、仲吕、蕤宾为上”，也就是说以上这七律是由三分益一生律得来；而“林钟、夷则、南吕、无射、应钟”这五律是由三分损一生律得来。这里就间接告诉我们，应钟三分益一上生蕤宾律，而接下来蕤宾律又再一次三分益一上生大吕律，也就是通过“蕤宾后重上生”的方法将十二律纳入到一个八度的范围内。

这段文字存疑的地方是，“黄钟”一律，文中提到其为“上生”所得，也就是由某律三分益一所生，但是又没有提到是由哪律三分益一所得。按照生律规律，既然黄钟是由某律三分益一所得，那么该律应该是黄钟的上方和谐四度，虽然仲吕律处于黄钟律上方四度，但是却不是和谐四度，因此“黄钟还原”问题也就成为历代律学家孜孜以求的重要课题之一。

《吕氏春秋·季夏纪·音律》篇原文：

黄钟生林钟，林钟生太簇，太簇生南吕，南吕生姑洗，姑洗生应钟，应钟生蕤宾，蕤宾生大吕，大吕生夷则，夷则生夹钟，夹钟生无射，无射生仲吕。三分所生，益之一分以上生；三分所生，去其一分以下生。黄钟、大吕、太簇、夹钟、姑洗、仲吕、蕤宾为上，林钟、夷则、南吕、无射、应钟为下。[1]

《淮南子·天文训》中记载的十二律生律步骤与《吕氏春秋》中顺序如出一辙，都是三分

[1] 《吕氏春秋·季夏纪·音律》

损一与三分益一交错进行，蕤宾后也同样再次上生，然后继续三分损益，直至仲吕律。但是在《淮南子·天文训》中还多出现了三种数据，一是黄钟的律寸为 9 寸，二是黄钟大数为 $3^{11}=177147$，三是五音与十二律的对应关系以及十二律的五音数。其原文如下：

> 以三参物，三三如九，故黄钟之律九寸，而宫音调。因而九之，九九八十一，故黄钟之数立焉。……十二各以三成，故置一而十一三之，为积分十七万七千一百四十七，黄钟大数立焉。凡十二律，黄钟为宫，太簇为商，姑洗为角，林钟为徵，南吕为羽。物以三成，音以五立，……黄钟为宫，宫者，音之君也。故黄钟位子，其数八十一，……下生林钟，林钟之数五十四，……上生太簇，太簇之数七十二，……下生南吕，南吕之数四十八，……上生姑洗，姑洗之数六十四，……下生应钟，应钟之数四十二，……上生蕤宾，蕤宾之数五十七，……上生大吕，大吕之数七十六，……下生夷则，夷则之数五十一，……上生夹钟，夹钟之数六十八，……下生无射，无射之数四十五，……上生仲吕，仲吕之数六十主，……极不生。征生宫，宫生商，商生羽，羽生角，角生姑洗。姑洗生应钟，比于正音，故为和；应钟生蕤宾，不比正音，故为缪。[①]

将上述文字转换为具体数据，可列表如下：

十二律位	十二律生律法	十二律大数	五声数	相对波长	生律方向	相对音分数
黄钟	黄钟	$3^{11}=177147$	宫 81	1		0
林钟	黄钟三分损一	$177147\times\frac{2}{3}=118098$	徵 $81\times\frac{2}{3}=54$	$\frac{2}{3}$	下生	约 702
太簇	林钟三分益一	$118098\times\frac{4}{3}=157464$	商 $54\times\frac{4}{3}=72$	$\frac{8}{9}$	上生	约 204
南吕	太簇三分损一	$157464\times\frac{2}{3}=104976$	羽 $72\times\frac{2}{3}=48$	$\frac{16}{27}$	下生	约 906

① [西汉]刘安：《淮南子·卷上·天文训》，《诸子集成》，第七卷，国学整理社辑，北京：中华书局，2006 年，第 35 页。

姑洗	南吕三分益一	$104976\times\frac{4}{3}=139968$	角 $48\times\frac{4}{3}=64$	$\frac{64}{81}$	上生	约 408
应钟[①]	姑洗三分损一	$139968\times\frac{2}{3}=93312$	$64\times\frac{2}{3}\approx42.667$ ≈43（42）	$\frac{128}{243}$	下生	约 1110
蕤宾	应钟三分益一	$93312\times\frac{4}{3}=124416$	$42\times\frac{4}{3}=56$（57） $43\times\frac{4}{3}\approx57$	$\frac{512}{729}$	上生	约 612
大吕	蕤宾三分益一	$124416\times\frac{4}{3}=165888$	$57\times\frac{4}{3}=76$	$\frac{2048}{2187}$	上生	约 114
夷则	大吕三分损一	$165888\times\frac{2}{3}=110592$	$76\times\frac{2}{3}\approx50.667$ ≈51	$\frac{4096}{6561}$	下生	约 816
夹钟	夷则三分益一	$110592\times\frac{4}{3}=147456$	$51\times\frac{4}{3}=68$	$\frac{16384}{19683}$	上生	约 318
无射	夹钟三分损一	$147456\times\frac{2}{3}=98304$	$68\times\frac{2}{3}\approx45.333$ ≈45	$\frac{32768}{59049}$	下生	约 1020
仲吕	无射三分益一	$98304\times\frac{4}{3}=131072$	$45\times\frac{4}{3}=60$	$\frac{131072}{177147}$	上生	约 522

从上表可以看到，十二律的产生是从黄钟律出发，三分损益十一次所得到的，因此若想使十二律每律都能得到一个整数，就必须将 3 十一次幂得到 177147，即为黄钟大数，这样即使连续约分十一次 3，最后仍然能够得到一个整数。

而五音数则是为了五音生律而专门设置的，因此，当宫音声数 81 连续生律到第五次后，就不在能够得到整数了，因此为了保持整数的表达形式只能进行约分，这样不但使得此律数据的精确度大打折扣，更影响了下一律数据的准确性。

如何既不必采用黄钟大数这样庞大的数字又不会遭遇数据不精的尴尬，《史记·律书·生

① 应钟律五声数应约等于 43，而不是 42。应钟律三分益一生蕤宾律，若应钟律为 42，那么蕤宾律$=42\times\frac{4}{3}=56$，而文中蕤宾律五声数为 57，因此，应钟律应为 43，这样蕤宾律$=43\times\frac{4}{3}\approx57$。

钟分》中为我们提供了最好的解决方法。

生钟分：子一分，丑三分二，寅九分八，卯二十七分十六，辰八十一分六十四，巳二百四十三分一百二十八，午七百二十九分五百一十二，未二千一百八十七分一千二十四，申六千五百六十一分四千九十六，酉一万九千六百八十三分八千一百九十二，戌五万九千四十九分三万二千七百六十八，亥十七万七千一百四十七分六万五千五百三十六。[①]

我们看到《史记·生钟分》中对于十二律的描述抛弃了那些外在的客观影响，单单抓住了十二律相互之间的内在关系，即相对音程关系稳定的特征。若将出发律黄钟的振动波长假设为1，那么同一八度内的其他律位的振动波长必然小于黄钟的振动波长，而且不同律位的振动波长与黄钟的振动波长之间的相对关系是绝对不变的，因此用相对波长比的形式来表达十二律之间的相对关系即方便又精确。

将其列表如下：

生律序数	十二律位	生律法	相对波长	相对音分数	生律方向
子	黄钟	1	1	0	
丑	林钟	$1\times\frac{2}{3}$	$\frac{2}{3}$	约 702	下生
寅	太簇	$\frac{2}{3}\times\frac{4}{3}$	$\frac{8}{9}$	约 204	上生
卯	南吕	$\frac{8}{9}\times\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$	约 906	下生
辰	姑洗	$\frac{16}{27}\times\frac{4}{3}$	$\frac{64}{81}$	约 408	上生
巳	应钟	$\frac{64}{81}\times\frac{2}{3}$	$\frac{128}{243}$	约 1110	下生
午	蕤宾	$\frac{128}{243}\times\frac{4}{3}$	$\frac{512}{729}$	约 612	上生

① [西汉]司马迁：《史记·卷二十五·律书三·生钟分》，《二十五史》，上海古籍出版社。

未	大吕	$\frac{512}{729}\times\frac{2}{3}$	$\frac{1024}{2187}$	约 1200+114	下生
申	夷则	$\frac{2048}{2187}\times\frac{4}{3}$	$\frac{4096}{6561}$	约 816	上生
酉	夹钟	$\frac{4096}{6561}\times\frac{2}{3}$	$\frac{8192}{19683}$	约 1200+318	下生
戌	无射	$\frac{16384}{19683}\times\frac{4}{3}$	$\frac{32768}{59049}$	约 1020	上生
亥	仲吕	$\frac{32768}{59049}\times\frac{2}{3}$	$\frac{65536}{177147}$	约 1200+522	下生

在《史记·生钟分》中，最突出的一点是在应钟三分益一得到蕤宾之后，没有如前面那样再次三分益一得到大吕律，而是继续按照三分损益交错使用的方法三分损一得到大吕律。这样生律的结果是大吕律、夹钟律、仲吕律三律所得到的结果与之前所得的数据不同。但是如果仔细观察这两种数据会发现，无论是先对波长还是相对音分数，二者都是相差一个纯八度的两个相同的音，这正是由于三分损一与三分益一二者本身就是相差一个纯八度生律基本决定的。因此，三分损益生律法无论是三分损一还是三分益一对于音律音高并无实质上的影响，只是音域上的不同，这一点显示着三分损益法的稳定性所在。

（二）三分损益十二律表述体系之律学内容

三分损益所产生十二律如果将其按照音高顺序排列，可以发现不同的律位之间的相对音程关系并不像五音体系那样简单而有规可循。通过计算能够看到，十二律体系中相邻两律存在两种音程关系，一种是"大"的小二度，一种为"小"的小二度。前者如黄钟律至大吕律之间，二者之音程系数为 $\frac{2187}{2048}$，相对音分数约 114；后者如大吕律之太簇律之间，二者之音程系数为 $\frac{256}{243}$，相对音分数约 90。

十二律相邻两律关系表：

律名	相对波长	相对音分数	相邻两音相对波长比	相邻两音相对音分数
黄钟	1	0	1	0
大吕	$\frac{2048}{2187}$	114	$\frac{2048}{2187}$	114

太簇	$\frac{8}{9}$	204	$\frac{243}{256}$	90
夹钟	$\frac{16384}{19683}$	318	$\frac{2048}{2187}$	114
姑冼	$\frac{64}{81}$	408	$\frac{243}{256}$	90
仲吕	$\frac{131072}{177147}$	522	$\frac{2048}{2187}$	114
蕤宾	$\frac{512}{729}$	612	$\frac{243}{256}$	90
林钟	$\frac{2}{3}$	702	$\frac{243}{256}$	90
夷则	$\frac{4096}{6561}$	816	$\frac{2048}{2187}$	114
南吕	$\frac{16}{27}$	906	$\frac{243}{256}$	90
无射	$\frac{32768}{59049}$	1020	$\frac{2048}{2187}$	114
应钟	$\frac{128}{243}$	1110	$\frac{243}{256}$	90
清黄钟	$\frac{1}{2}$	1200	$\frac{243}{256}$	90

由于构成音程关系最基本的相邻两律的多样性，导致了三分损益之十二律表述体系中的其他音程关系也存在着多样性，而且音程距离越大，其音程关系也就约复杂。

例如大二度，也出现了两个结果，一种和五音表述体系中一样，音程系数为$\frac{9}{8}$，即，音分数约 204；而另外一种则是仲吕与林钟之间或无射羽清黄钟之间，音程系数为$\frac{65536}{59049}$，音分数约为 180。

小三度则同样可以产生两种音程关系，第一种仍然与五音表述体系中的结果一样，例如姑冼与林钟之间，音程系数为$\frac{2187}{2048} \times \frac{256}{243} \times \frac{256}{243} = \frac{32}{27}$，音分数为 294；第二种例如黄钟与夹钟

之间，其音程系数为 $\frac{2187}{2048}\times\frac{256}{243}\times\frac{2187}{2048}=\frac{19683}{16384}$，音分数为 318。

至于其他音程关系，由于内部由不同律位叠置而成，因此其音程构成更加复杂，这里不多赘述，总之，三分损益之十二律表述体系中的音程关系是复杂而又多样的，这对于音乐实践中的旋宫转调多少产生了阻碍与困扰。

三分损益之十二律表述体系除了其内在音程关系复杂这一特点外，其理论自身也为后代律学家提出了很大的命题，即“仲吕极不生”与“黄钟不能还原”的问题。尽管这一问题在三分损益之五音论述体系以及音乐实践那里并不是一个真正的问题，但是对于历朝历代那些在理论上追求精益求精的理论家那里，这却是一个让他们为之不懈追求的重要动力。

我们知道从同一起始律进行三分损一和三分益一，所得到两个结果之间本身就是一个纯八度关系，但是我们也发现，如果只通过一味的三分损益并不能产生纯正的纯八度，从黄钟律出发，经过十一次生律后得到的仲吕律，如果从仲吕律继续三分益一生律，即 $\frac{131072}{177147}\times\frac{4}{3}=\frac{524288}{531441}$，该律与黄钟本律的音高十分接近，只比黄钟本律稍高一点，用现代音分计算，二者只相差约 24 音分。虽然仲吕律三分益一所生之律与黄钟本律在音高上非常的接近，但是在严谨的律学家眼里这却是一个很难逾越的鸿沟，由于仲吕律通过三分损益的生律方法并不能得到黄钟本律，同时一个八度内拥有十二个律位已经完全满足音乐实践的运用，因此律学家们才得出了“仲吕极不生”的结论，同时也抛出了“黄钟不能还原”的命题。

我们知道一个纯八度是由一个纯五度和一个纯四度共同组成的，但是通过三分损益的生律方法只能得到某律上方纯五度和某律下方纯四度，而不能得到某律上方纯四度和某律下方纯五度，因此，空有上方纯五度而没有上方纯四度，并不能构成某律上方纯八度；同样空有下方纯四度而没有下方纯五度，也不能构成某律下方纯八度，这样我们就不难理解为什么三分损益生律法“黄钟不能还原”了。

当然，这些在音乐实践中从来都不是问题，尽管三分损益法中并不能生成某律上方纯四度，但是它却能产生某律下方纯四度，同时纯四度这一音程关系是音乐实践中也是非常重要的一个音程关系。如何才能从理论上得到某律上方纯四度的音程关系呢？其实方法很简单，只要将某律相对波长三倍之，便可以得到其上方纯四度或下方纯五度的音程关系了，即通常所说的“三倍反生”。

其实在音乐实践中三倍反生与三分损益法同样常用，像我们前面所说的加清角和清羽的七声音阶中，由宫音直接生清角，再由清角生清羽就是采用的三倍反生的原理。为何如此容易的

三倍生律法在传统律学理论中却不得而见呢，这正是由于中国古代社会为“三分损益”、“十二律”以及“五音”等众多音乐因素赋予了太多人文符号的原因。“音律”不单单与音乐有关，更与天文、历法、礼教、五行等等有着密切的联系，五音十二律讲究“大不逾宫”、“宫为君”等，正是由于这些无形的束缚，使得其他生律方法失去了生存的土壤，历代律学家和音乐学家们只能在三分损益的单行线上苦苦探索着音乐的本质和内在问题。

三 三分损益五音十二律在音乐实践中的矛盾

五音与十二律作为三分损一生律法两种具有代表性的论述体系，二者的生律基础都是以三分损益法为基础的，但是由于二者的使用目的和使用场合和的差异，使得二者在很大程度上产生了一些具体的差异。

（一）十二律旋相为宫对五音体系的冲破

五音与十二律所作用于的音乐对象不同。五音论述体系是一个相对简便而实用的三分损一生律法的理论体系。因为五音论述体系是一个非定音体系，它强调的是音与音之间的稳定的相对音程关系，在音乐实践中只要能够确定五音中任何一音的音高高度，便可很容易的推论出其他几音的相对音高，因此比较适用于弦乐类乐器等。

而同样作为三分损益法生律法的另一表述表述体系——十二律体系，它是专门为定音乐器的定音而设置的。但是由于三分损益所生的十二律是不平均律，因此音与音之间就产生了多种的音程关系。在前文中我们已经详细论述了十二律的生律特点，由于第十一次生仲吕后，在继续三分损益所生之律与黄钟本律的音高已经非常接近了，因此并没有将其保留的必要性，在音乐实践中一个八度十二律已经足够了，所以“仲吕极不生”。

十二律生律体系在实践中本身并没有什么不妥，只是当五音体系与十二律体系相互结合共同作用于音乐实践时，它们之间的内在矛盾和差异就凸显出来。作为五音体系，它能够以十二律中任意一律为始发律宫音，并在此基础上构成一个五音或七音音阶，这就是通常所说的“五音十二律旋相为宫”。

两种三分损益表述体系中最理想的对应关系就是，当十二律由黄钟律作为始发律，其前五律的音高与五音之间的相对音程关系是一一对应的。但是当十二律体系不是以黄钟律为始发律，而是由其他律为始发律，由于十二律为不平均律的特征，那么在其他律基础上所生的五律与五音体系中五音之间的相对音程关系则是有所差异的，这就十二律旋宫转调自身所存在的问题。下面我们将十二律各自为宫，将其五音表述体系之间的相互关系各自列表，以便分析。

黄钟律为宫之律吕五音对照表

五音名	宫	商	角	徵	羽
十二律名	黄钟	太簇	姑洗	林钟	南吕
与黄钟律相对波长比	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$
与黄钟律相对音分数	0	204	408	702	906
相邻两律相对波长比		$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$
相邻两律相对音分数		204	204	294	204

大吕律为宫之律吕五音对照表

五音名	宫	商	角	徵	羽
十二律	大吕	夹钟	仲吕	夷则	无射
各律与黄钟律相对波长	$\frac{2048}{2187}$	$\frac{16384}{19683}$	$\frac{131072}{177147}$	$\frac{4096}{6561}$	$\frac{32768}{59049}$
各律与大吕律相对波长	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$
各律与大吕相对音分数	0	204	408	702	906
相邻两律相对波长比		$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$
相邻两律相对音分数		204	204	294	204

太簇律为宫之律吕五音对照表

十二律	太簇	姑洗	蕤宾	南吕	应钟
各律与黄钟律相对波长	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{512}{729}$	$\frac{16}{27}$	$\frac{128}{243}$

各律与太簇律相对波长	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$
各律与太簇相对音分数	0	204	408	702	906
相邻两律相对波长比		$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$
相邻两律相对音分数		204	204	294	204

夹钟律为宫之律吕五音对照表

十二律	夹钟	仲吕	林钟	无射	清黄钟
各律与黄钟律相对波长	$\frac{16384}{19683}$	$\frac{131072}{177147}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{32768}{59049}$	$\frac{1}{2}$
各律与夹钟律相对波长	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{6561}{8192}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{19683}{32768}$
各律与夹钟相对音分数	0	204	384	702	882
相邻两律相对波长比		$\frac{8}{9}$	$\frac{59049}{65536}$	$\frac{16384}{19683}$	$\frac{59049}{65536}$
相邻两律相对音分数		204	180	318	180

姑洗律为宫之律吕五音对照表

十二律	姑洗	蕤宾	夷则	应钟	清大吕
各律与黄钟律相对波长	$\frac{64}{81}$	$\frac{512}{729}$	$\frac{4096}{6561}$	$\frac{128}{243}$	$\frac{1024}{2187}$
各律与姑洗律相对波长	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$
各律与姑洗相对音分数	0	204	408	702	906

相邻两律相对波长比		$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$
相邻两律相对音分数		204	204	294	204

仲吕律为宫之律吕五音对照表

十二律	仲吕	林钟	南吕	清黄钟	清太簇
各律与黄钟律相对波长	$\frac{131072}{177147}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{4}{9}$
各律与仲吕律相对波长	1	$\frac{59049}{65536}$	$\frac{6561}{8192}$	$\frac{177147}{262144}$	$\frac{19683}{32768}$
各律与仲吕相对音分数	0	180	384	678	882
相邻两律相对波长比		$\frac{59049}{65536}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$
相邻两律相对音分数		180	204	294	204

蕤宾律为宫之律吕五音对照表

十二律	蕤宾	夷则	无射	清大吕	清夹钟
各律与黄钟律相对波长	$\frac{512}{729}$	$\frac{4096}{6561}$	$\frac{32768}{59049}$	$\frac{1024}{2187}$	$\frac{8192}{19683}$
各律与蕤宾律相对波长	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$
各律与蕤宾相对音分数	0	204	408	702	906
相邻两律相对波长比		$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$
相邻两律相对音分数		204	204	294	204

林钟律为宫之律吕五音对照表

十二律	林钟	南吕	应钟	清太簇	清姑冼
各律与黄钟律相对波长	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$	$\frac{128}{243}$	$\frac{4}{9}$	$\frac{32}{81}$
各律与林钟律相对波长	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$
各律与林钟相对音分数	0	204	408	702	906
相邻两律相对波长比		$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$
相邻两律相对音分数		204	204	294	204

夷则律为宫之律吕五音对照表

十二律	夷则	无射	清黄钟	清夹钟	清仲吕
各律与黄钟律相对波长	$\frac{4096}{6561}$	$\frac{32768}{59049}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{8192}{19683}$	$\frac{65536}{177147}$
各律与夷则律相对波长	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{6561}{8192}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$
各律与夷则相对音分数	0	204	384	702	906
相邻两律相对波长比		$\frac{8}{9}$	$\frac{59049}{65536}$	$\frac{16384}{19683}$	$\frac{8}{9}$
相邻两律相对音分数		204	180	318	204

南吕律为宫之律吕五音对照表

十二律	南吕	应钟	清大吕	清姑冼	清蕤宾
各律与黄钟律相对波长	$\frac{16}{27}$	$\frac{128}{243}$	$\frac{1024}{2187}$	$\frac{32}{81}$	$\frac{256}{729}$

各律与南吕律相对波长	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$
各律与南吕相对音分数	0	204	408	702	906
相邻两律相对波长比		$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$
相邻两律相对音分数		204	204	294	204

无射律为宫之律吕五音对照表

十二律	无射	清黄钟	清太簇	清仲吕	清林钟
各律与黄钟律相对波长	$\frac{32768}{59049}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{4}{9}$	$\frac{65536}{177147}$	$\frac{1}{3}$
各律与无射律相对波长	1	$\frac{59049}{65536}$	$\frac{6561}{8192}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{19683}{32768}$
各律与无射相对音分数	0	180	384	702	882
相邻两律相对波长比		$\frac{59049}{65536}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{16384}{19683}$	$\frac{59049}{65536}$
相邻两律相对音分数		180	204	318	180

应钟律为宫之律吕五音对照表

十二律	应钟	清大吕	清夹钟	清蕤宾	清夷则
各律与黄钟律相对波长	$\frac{128}{243}$	$\frac{1024}{2187}$	$\frac{8192}{19683}$	$\frac{256}{729}$	$\frac{2048}{6561}$
各律与应钟律相对波长	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$
各律与应钟相对音分数	0	204	408	702	906

相邻两律相对波长比	$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$
相邻两律相对音分数	204	204	294	204

从上列表格中能够看到：在黄钟、大吕、太簇、姑冼、蕤宾、林钟、南吕、应钟八律上建立的宫调式，其五音之间的相对关系是一样的，即宫与商为$\frac{8}{9}$，音分数约为 204；宫与角为$\frac{64}{81}$，音分数约为 408；宫与徵为$\frac{2}{3}$，音分数约为 702；宫与羽为$\frac{16}{27}$，音分数约为 906。但是我们知道，三分损益十二律中有大半音$\frac{2048}{2187}$和小半音$\frac{243}{256}$之分，两种半音之间相差$\frac{524288}{531441}$，将其转化为音分数约为 24 音分。因此，由于不同半音的组合，会产生不同音高的音程关系，同一音程关系可能产生两种相差约为 24 音分的音程系数。

所以在剩下的另外四律高，即夹钟、仲吕、夷则、无射上建立的宫调式，就会由于不同音程关系的原因，使得其五音关系有所不同。例如仲吕宫调，宫与商为$\frac{59049}{65536}$，音分数约为 180；宫与角为$\frac{6561}{8192}$，音分数约为 384；宫与徵为$\frac{177147}{262144}$，音分数约为 678；宫与羽为$\frac{19683}{32768}$，音分数约为 882。可见其宫音与其他各音之间的相对音高都要比普通的五音体系中的相对音高小约 24 音分。

通过上文的阐释，我们看到当一个五音之间的相对音高关系稳定的三分损益体系与另外一个十二律之间的相对音高关系相对多样的三分损益体系结合在一起，共同作用于音乐实践的时候，二者必然会存在一定的内在结构不协调，因此在音乐实践中也必须二者取其一。通常在非定音乐器的演奏中，由于五音的相对关系更加简单且方便，因此，会乐人们固守五音体系的音高关系而忽略掉由此而产生的十二律音不对位的问题。但是在定音乐器的演奏中，由于十二律的音高是已经固定好的，因此，在十二律旋宫时毫无疑问地必须接受五音之间相对音高关系的稍微改变。所以在音乐实践中，乐人们并不会因为五音与十二律内在结构不协调的问题无所适从，而是会在不同的场合，针对不同的音乐主体采用不同的折中或回避的方法，使得音乐正常而和谐的进行。

四　三分损益十二律中丰富的律学内容

通过现代律学的计算方法，我们得知三分损益十二律构成的每一种音程中大多会存在两个不同的音高关系，而且它们之间都相差大约 24 音分。下面我们具体分析一下这些音程关系的具体数据。

我们知道三分损益十二律之间构成两种不同的半音关系，一种为大半音，相对波长比为 $\frac{2048}{2187}$，相对音分数为 114；一种为小半音，相对波长比为 $\frac{243}{256}$，相对音分数为 90。因此：

小二度：大半音，相对波长比为 $\frac{2048}{2187}$，相对音分数约为 114；

小半音，相对波长比为 $\frac{243}{256}$，相对音分数约为 90。

大二度：一个大半音加一个小半音，相对波长为 $\frac{2048}{2187}\times\frac{243}{256}=\frac{8}{9}$，相对音分数约为 204；

两个小半音，相对波长为 $\left(\frac{243}{256}\right)^2=\frac{59049}{65536}$，相对音分数约为 180。

小三度：两个大半音加一个小半音，相对波长为 $\left(\frac{2048}{2187}\right)^2\times\frac{243}{256}=\frac{16384}{19683}$，相对音分数约为 318

两个小半音加一个大半音，相对波长为 $\left(\frac{243}{256}\right)^2\times\frac{2048}{2187}=\frac{27}{32}$，相对音分数约为 294。

大三度：两个大半音加两个小半音，相对波长为 $\left(\frac{2048}{2187}\right)^2\times\left(\frac{243}{256}\right)^2=\frac{64}{81}$，相对音分数约为 408；

一个大半音加三个小半音，相对波长为 $\frac{2048}{2187}\times\left(\frac{243}{256}\right)^3=\frac{6561}{8192}$，相对音分数约为 384。

四度：三个大半音加两个小半音，相对波长为 $\left(\frac{2048}{2187}\right)^3\times\left(\frac{243}{256}\right)^2=\frac{131072}{177147}$，相对音分数约为 522；

三个小半音加两个大半音，相对波长为$\left(\frac{243}{256}\right)^3\times\left(\frac{2048}{2187}\right)^2=\frac{3}{4}$，相对音分数约为498。

五度：三个大半音加四个小半音，相对波长为$\left(\frac{2048}{2187}\right)^3\times\left(\frac{243}{256}\right)^4=\frac{2}{3}$，相对音分数约为702。

两个大半音加五个小半音，相对波长为$\left(\frac{2048}{2187}\right)^2\times\left(\frac{243}{256}\right)^5=\frac{177147}{262144}$，相对音分数约为678。

小六度：四个大半音加四个小半音，相对波长为$\left(\frac{2048}{2187}\right)^4\times\left(\frac{243}{256}\right)^4=\frac{4096}{6561}$，相对音分数约为816;

三个大半音加五个小半音，相对波长为$\left(\frac{2048}{2187}\right)^3\times\left(\frac{243}{256}\right)^5=\frac{81}{128}$，相对音分数约为792。

大六度：四个大半音加五个小半音，相对波长为$\left(\frac{2048}{2187}\right)^4\times\left(\frac{243}{256}\right)^5=\frac{16}{27}$，相对音分数约为906。

三个大半音加六个小半音，相对波长为$\left(\frac{2048}{2187}\right)^3\times\left(\frac{243}{256}\right)^6=\frac{19683}{32768}$，相对音分数约为882。

小七度：五个大半音加五个小半音，相对波长为$\left(\frac{2048}{2187}\right)^5\times\left(\frac{243}{256}\right)^5=\frac{32768}{59049}$，相对音分数约为1020;

四个大半音加六个小半音，相对波长为$\left(\frac{2048}{2187}\right)^4\times\left(\frac{243}{256}\right)^6=\frac{9}{16}$，相对音分数约为996。

大七度：五个大半音加六个小半音，相对波长为$\left(\frac{2048}{2187}\right)^5\times\left(\frac{243}{256}\right)^6=\frac{128}{243}$，相对音分数

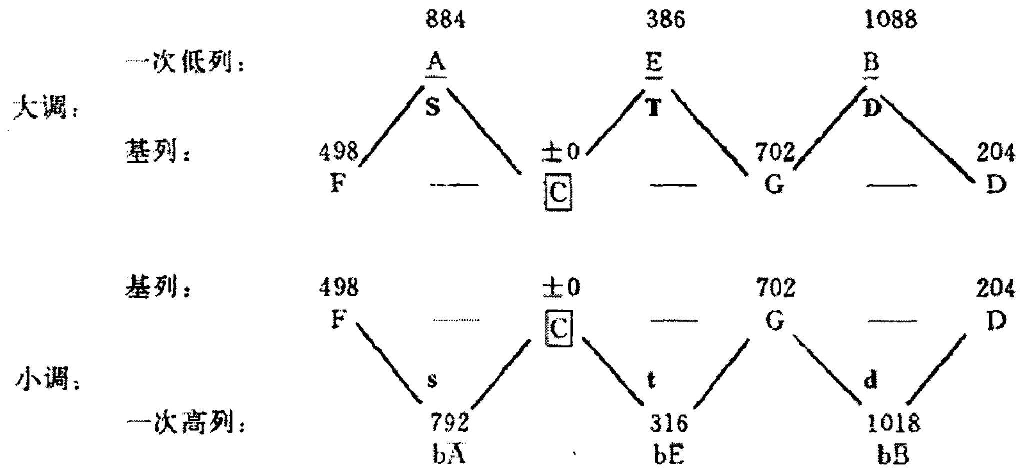
约为 1110；

四个大半音加七个小半音，相对波长为$\left(\frac{2048}{2187}\right)^4 \times \left(\frac{243}{256}\right)^7 = \frac{2187}{4096}$，相对音分数约为 1086。

这样看来，三分损益所生的十二律之间的相互关系，除了三分损益五音体系里所展现的音程关系外，还有另外一种音程关系，那么这种与五音体系中所展现的音程关系非常不同的音程关系在实践中的演奏效果又是如何呢？

我们知道由于社会文化和历史发展等方面的原因，欧洲律学的研究模式和发展方向与中国有很大的差别，最为突出点，在于欧洲"律学"研究的动力主要是来自音准感，即音乐听觉的需要。……"纯律"的出现是出于多声音乐和谐感的需要。[①]纯律的基本特征，是在大、小调音阶中使主和弦、属和弦和下属和弦在调式音阶中的使用得到协和的音响效果。[②]其自然大调音阶的三、六、七级音是由主音、属音和下属音三个五度框中的功能音向上方叠置一个纯律大三度构成的；而自然小调音阶的的三、六、七级音是由主音、属音和下属音三个五度框中的功能音向上方叠置一个纯律小三度构成的。

纯律自然大、小调音阶各音生律图[③]：



我们看到人类生理感受最为和谐的"纯律"中音程关系用音分数标示：大二度 204，小三度 316，大三度 386，纯四度 498，纯五度 702，小六度 814，大六度 884，小七度 1018，大七度 1088。这些数字与我们上文所列的三分损益十二律之间的某些相互音程关系十分相似，它们

① 韩宝强：《音的历程——现代音乐声学导论》，中国文联出版社，2005 年，第 40 页。
② 崔宪：《钟律与琴律》，《中央音乐学院学报》，1995 年第 1 期，第 86—93 页。
③ 崔宪：《钟律与琴律》，《中央音乐学院学报》，1995 年第 1 期，第 86—93 页，笔者按：自然小调中的 bA 的相对音分数为 814。

用音分数标示为：大二度 204，小三度 318，大三度 384，纯四度 498，纯五度 702，小六度 816，大六度 882，小七度 1020，大七度 1086。它们相对应的音程之间全都相差约 2 音分，而这两音分对于人们判断音高没有任何影响。

在中国古代音乐实践中，虽然并没有出现西方的纯律理论，但是“纯律”的音程关系却早已存在于音乐实践中，三分损益所生的十二律中本身也包含的各种纯律的音程关系。因此，若当我们通过现代律学的测音或考古手段在中国古代的定音音乐实践中发现了所谓的“纯律”音程时，要进行仔细的辩证，这些音程到此是通过“纯律”的生律方法得到的还是三分损益所生的的十二律中自然拥有的“纯律音程”效果。

当然以上通过对五音十二律之两种三分损益生律体系的深入讨论，能够得知，由于三分损益生律法自身得到特征，五音这种非定音体系与十二律这种定音体系之间存在着自身不可忽略的矛盾和差异。但是这些差异是否真得干扰到琴乐实践呢，这则是一个值得注意的问题，我们的琴律理论不能脱离与琴乐实践而独立存在，它必然是要结合于琴乐实践而不断发展和更新的。

第四节　七弦散音的主观律学规范

上文我们已经详细地讨论了一根弦上泛音与按音的各种律学规范，但是琴乐并不是一个单弦演奏的音乐实践，而是需要七根弦合作共同完成的音乐实践，因此七根弦之间的相互律学规范对于琴乐实践来说则更为重要。我们知道，不同琴弦同一位置的泛音与按音音高直接取决于该弦散音的音高，七条弦各自空弦的散音音高直接关系到其弦上内所产生的一切泛音和按音音高，因此了解古琴七根弦之间散音的律学规范对于讨论琴律所有相关问题都是至关重要的。

一　琴正调之定弦法

历代琴人对于七根弦散音的律学规范较之泛音和按音则清晰地多，它们是按照三分损益生律法所产生的五音为其律学规范，一至五弦散音各主一音，六七两弦散音为一二弦的高八度音。

琴有五声，一弦当一律，则五弦足矣，加两弦，为七弦，何也？盖以还宫而论，

虽用全用半有不同，而五律之数，仍必具长短之本体，故定弦之法。

就所用五律之长短为序，律长者居上，律短者居下。其散声俱自一弦递杀，至五弦，与一弦音节相隔已远，加六七两弦，又从五弦递杀，适为一二弦之半律，上下得此以联络。然后清浊相应，不相阔绝。[①]

了解了琴上七根弦整体的律学规范后，则要将其落实到音乐实践中，七根弦之间的音高关系具体是怎样的，五音的排列顺序到底如何，这一系列的问题则需要通过古琴七根弦的定弦方法而得知。

古琴的“定弦法”是一个操作性很强的、具有针对性的律学规范，演奏者可以通过上下弦之间相互和谐的音高关系以调整七弦之间音高关系。因此，在明代之后的琴谱中大部分都载有“定弦法”的具体步骤，有时候还配有定弦的开指小曲，即《仙翁操》。《仙翁操》是古琴学习的入门曲，它主要通过散、按同度音，挑、勾不同弦以及简单的绰、注等来强调不同音色的和协，只有掌握了《仙翁操》，才知道如何调音，同时由于其散、泛八度合弦所发之音，其声似“仙-翁”二字的发声，所以将其命名为“仙翁操”。

夫五弦而五声备，上下欲取应声，固可按徽而得。如一弦为黄钟宫，二弦为太簇商，按四弦十徽即是黄钟半律，按五弦十徽即是太簇半律。[②]

当然琴家们除了可以通过散、泛相应的方式定弦外，也可以通过散音与相对应的按音定弦。另一方面琴学家们除了可以选择同音定弦或倍半音定弦外，也可以通过和谐五度定弦。至于定弦的具体步骤，则根据不同琴家的不同认识而有所不同，并存有少许差异，下面我们具体介绍几种比较通行的定弦理论和定弦步骤。

（一）《五知斋琴谱》调弦法：

在历代琴谱中记录的定弦法中，《五知斋琴谱》中的定弦法是比较具有实用性和普遍性的。它不但讲述古琴定弦的方法同时还将定弦的真正具体步骤详细记录下来。

---

① 曹庭栋，《琴学·内篇·定弦第十三》，《续修四库全书·子部·艺术类》，上海古籍出版社，2002 年，第 391 页。

② 曹庭栋，《琴学·内篇·定弦第十三》，《续修四库全书·子部·艺术类》，上海古籍出版社，2002 年，第 391 页。

调弦之法，散和为上，泛音次之，实音又次之。其散泛初学难明，必以按实音而始。

先用大间，散挑七弦，而左大指按四弦九徽，即仙翁二字。其四弦和声，应在九徽也。应在上，则四宽；应在下则紧。看七条弦之宽紧，或紧七弦应之，但琴弦过紧则断，过松则不发响矣。谅弦收放，紧者松之，宽者紧之。

先以七四两弦于九徽扣准，藉此作主，更不可改动。次用小间，散挑六弦，名指按四弦于十徽，宽紧只六弦收放，而四不动也。

次又挑七弦，名指按五弦于十徽，又五弦收放，而七不动矣。四五六七皆已和准，方用大间挑六弦，按三弦于九徽，或挑五弦，名指按三弦于十徽八分应之。宽紧只宜收放三弦，其三六两弦最难取准，用心和之方可。

再用大指托七弦，中指按二弦于七徽，泛音实音皆可，宽紧动二弦，六二（一）两弦亦和之。

再挑散七弦，名指于九徽泛四弦，六与三应，五与二应，四与一应。

又用九徽，泛音挑七，名指十徽泛五弦，六四两弦亦如之。

其弦已和好，然后散挑七弦，大指按四弦九徽仙翁，又散挑七四两弦仙翁，又散挑六弦，按四弦十徽仙翁；又散挑七弦，名指按五弦十徽仙翁，又散挑七五仙翁，散挑六按四弦十徽仙翁，挑七弦大指按四弦九徽仙翁，又散挑七四两弦仙翁，散挑五弦，名指按三弦十徽八分仙翁，散挑六弦，大指按三弦九徽仙翁。又散挑六五两弦仙翁，又散挑四弦。名指按二弦十徽仙翁，又散挑五二两弦仙翁，散挑三弦，中指按一弦十徽仙翁，大指按一弦于九徽，次散挑四弦仙翁，散挑五弦，大指按二弦九徽仙翁，散挑六弦，大指按三弦仙翁，散挑七弦，按四弦仙翁，再复挑七弦，按四弦仙翁，大指随上七徽六分，散挑七四两弦仙翁，又散五弦，大指按二弦九徽仙翁，上七六，散挑

七弦，勾二弦仙翁，托六弦，勾一弦仙翁是也。

独三弦应在十徽八分，用泛则不和，盖泛音属清轻，名曰天音，实音虽和未为确，惟天音能辨之。或按诸不准，泛音能辨之。故一按取和，一泛取准，而调弦之法毕矣。

大抵清晨君弦慢，午后君弦紧，实与泛俱有自然之和音，必细心审辨，方得其真也。[1]

此段文字的意思大抵为：调弦的方法，散声与散声相和的方法最佳，但是散音与散音相和的只有一弦与六弦，和二弦与七弦两组。因此，用散音与泛音相和的方法，则为次佳的调弦方法。但是泛音初学的时候比较难以掌握，所以必须先以按音开始练习。

调弦顺序为：

（1）七弦散声应四弦九徽按音，即可得四弦散音；

设七弦相对波长为 1

设四弦相对波长为 a，九徽先对波长为 $a \times \frac{2}{3}$

$a \times \frac{2}{3}=1$，$a=\frac{3}{2}$，四弦相对波长为 $\frac{3}{2}$；

（2）六弦散音应四弦十徽按音，即可得六弦散音；

设六弦相对波长为 b，四弦十徽相对波长为 $\frac{3}{2} \times \frac{3}{4}=\frac{9}{8}$，

$b=\frac{9}{8}$，六弦相对波长为 $\frac{9}{8}$；

（3）七弦散音应五弦十徽按音，即可得五弦散音；

设五弦相对波长为 c，五弦十徽相对波长为 $c \times \frac{3}{4}=1$，

$c=\frac{4}{3}$，五弦相对波长为 $\frac{4}{3}$；

（4）六弦散声应三弦九徽按音，即可得三弦散音；或五弦散音应三弦十徽八分，也可得三弦散音；

设三弦相对波长为 d，三弦九徽相对波长为 $d \times \frac{2}{3}$，

---

[1] 《五知斋琴谱·调弦法》

$\frac{9}{8}= d\times\frac{2}{3}$，$d=\frac{27}{16}$，

三弦相对波长为 $\frac{27}{16}$；

（5）七弦散声应二弦七徽按音或泛音，即可得二弦散音；

设二弦相对波长为 e，二弦七徽相对波长为 $e\times\frac{1}{2}$，

$1= e\times\frac{1}{2}$，$e=2$，

二弦相对波长为 2；

（6）六弦散声应一弦七徽按音或泛音，即可得一弦散音。

设一弦相对波长为 f，一弦七徽为 $f\times\frac{1}{2}$，

$\frac{9}{8}= f\times\frac{1}{2}$，$f=\frac{9}{4}$，

一弦相对波长为 $\frac{9}{4}$。

设七弦相对波长为 1，六弦相对波长为 $\frac{9}{8}$，五弦相对波长为 $\frac{4}{3}$，四弦相对波长为 $\frac{3}{2}$，三弦相对波长为 $\frac{27}{16}$，二弦相对波长为 2，一弦相对波长为 $\frac{9}{4}$。

让我们看一下，七弦之间相邻两弦间的相对波长比

七弦与六弦相对波长比为 $1:\frac{9}{8}=\frac{8}{9}$；

六弦与五弦相对波长比为 $\frac{9}{8}:\frac{4}{3}=\frac{27}{32}$；

五弦与四弦相对波长比为 $\frac{4}{3}:\frac{3}{2}=\frac{8}{9}$；

四弦与三弦相对波长比为 $\frac{3}{2}:\frac{27}{16}=\frac{8}{9}$；

三弦与二弦相对波长比为 $\frac{27}{16}:2=\frac{27}{32}$；

二弦与一弦相对波长比为 2：$\frac{9}{4}=\frac{8}{9}$。

以上数据显示，七弦之间，三弦与二弦之间，六弦和五弦之间的相对波长为 $\frac{27}{32}$，即三分损益法小三度，在宫商角徵羽五音中，存于角徵之间，和羽与清宫或倍羽与宫之间。

在上述调弦法中，如果我们设二弦与三弦之间是角和徵，同时兼顾五弦和六弦也为小三度，那么七弦的排列顺序即为一弦商、二弦角、三弦徵、四弦羽、五弦变宫、六弦少商、七弦少角。这种弦序，出现了五弦变宫这一变宫，这并不符合琴用宫商角徵羽五正声的传承。因此，可以判断七弦的弦序排列为另外一种，即二弦与三弦为羽与宫，五弦与六弦为角和羽。所以七弦的排列顺序为一弦倍徵，二弦倍羽，三弦宫，四弦商，五弦角，六弦徵，七弦羽。

为了方便与其他调弦法作对比，现将宫弦的相对波长设为 1，上述各弦的相对波长比可转为：一弦相对波长为 $\frac{4}{3}$，二弦相对波长为 $\frac{32}{27}$，三弦相对波长为 1，四弦相对波长为 $\frac{8}{9}$，五弦相对波长 $\frac{64}{81}$，六弦相对波长为 $\frac{2}{3}$，七弦相对波长为 $\frac{16}{27}$。

以上为七弦的首次调音，之后所有的步骤都是为检验音准并作二次调整的。

检验步骤一：

（1）七弦散音应四弦九徽泛音，$\frac{16}{27}=\frac{8}{9}\times\frac{2}{3}$；

（2）六弦散音应三弦九徽泛音，$\frac{2}{3}=1\times\frac{2}{3}$；

（3）五弦散音应二弦九徽泛音，$\frac{64}{81}=\frac{32}{27}\times\frac{2}{3}$；

（4）四弦散音应一弦九徽泛音，$\frac{8}{9}=\frac{4}{3}\times\frac{2}{3}$。

检验步骤二：

（1）七弦九徽泛音应五弦十徽泛音，$\frac{16}{27}\times\frac{2}{3}=\frac{64}{81}\times\frac{3}{4}$；

（2）六弦九徽泛音应四弦十徽泛音，$\frac{2}{3}\times\frac{2}{3}=\frac{8}{9}\times\frac{3}{4}$

最后整理步骤：

（1）七弦散音应四弦九徽按音，七弦散音应四弦散音；

（2）六弦散音应四弦十徽按音；

（3）七弦散音应五弦十徽按音，七弦散音应五弦散音；

（4）六弦散音应四弦十徽按音；

（5）七弦散音应四弦九徽按音，七弦散音应四弦散音；

（6）五弦散音应三弦十徽八分按音；

（7）六弦散音应三弦九徽按音，六弦散音应五弦散音；

（8）四弦散音应二弦十徽按音，五弦散音应二弦散音；

（9）三弦散音应一弦十徽按音，四弦散音应一弦九徽；

（10）五弦散音应二弦九徽，六弦散音应三弦散音，七弦散音应四弦散音。

以上全部步骤都完成后，这样才算真正调试完毕。

通过上文对于调弦的整个步骤的详细解释，我们能够认识到《五知斋琴谱》中定弦的一些特点和规律。

首先，《五知斋琴谱》中七弦的定弦方法是完全依照三分损益生律法的律学规范而制定的。在其具体定弦过程中，大部分是以某弦散音与某弦九徽按音相对以及某弦散音与某弦十徽按音相对应为基本定弦方法的。在对琴徽讨论的章节中，我们已经详细阐述了某弦九徽按音与其所在弦的散声之间构成上方和谐五度的音程关系，而某弦十徽按音则与其所在弦的散声之间构成上方和谐四度的音程关系，这与三分损益的生律方法如出一辙，都是通过四五度生律。在整个调弦过程中，只用到了一个其他徽间音位，那就是在“散挑五弦，名指按三弦十徽八分仙翁”的步骤中用到了三弦十徽八分。前面我们也详细了解到某弦十徽八分处按音音高与其所在弦的散音音高呈三分损益大三度关系，而三分损益五音体系中，只有宫音与角音之间是大三度关系，因此毫无疑问，三弦的定音应为宫，而其十徽八分所对应的五弦散音自然就为三分损益生律法之角音了。

其次，《五知斋琴谱》中的定弦法，作为一种实践操作步骤，它充分考虑到了在定弦过程中，由于主观或客观的原因，七根弦在调整的过程中会出现少许偏差，因此，又在七根弦调整完毕的步骤后加入了两个复查过程，这对于音乐实践来说，是至关重要的。

另外一点与其他调弦理论不同的一点是，《五知斋琴谱》等众多琴谱中的定弦法，都是以七弦作为定弦的第一步，这也是紧密联系实践的重要证据，在古琴的七根琴弦中，七弦的弦最细，所发的音也最高。其在张力变大的情况下极容易断掉，因此，在调弦过程中，只要先将七弦的张力定好，其他六根发音比七弦低的弦就不容易出现断裂的现象了。

以上就是我们对《五知斋琴谱》中的定弦法给予的详细解释。

（二）王坦《琴旨》调弦法：

在讨论过“定弦法”的具体操作步骤后，我们来介绍一下关于调弦的理论。在众多的调弦理论中，清代琴学家王坦在其琴学专著《琴旨》中对于七弦之间相互和谐的定弦方法论述相对比较详尽。

王坦认为除了历代琴家所最为注重的九徽、十徽也就是四、五度调弦法以外，凡是能够符合同音或倍半音关系以及和谐四、五度关系的上下两弦都可以作为调弦的具体操作手段。

鼓宫，宫应；弹角，角动，音相准也，故徽分之位恒与散声相和。向来注谱之家类多，错认分数斯律之能协者寡矣。兹特以弦度五声之数较定徽分于后，而两言以该之，曰：按弹外，散扣内；按弹内，散扣外。[1]

1、按弹外散扣内也，正声之相和

试以按弹外，散扣内言之：间四弦者按七徽；间三弦者，二弦则按七徽六分，一弦三弦则按七徽九分；间两弦者按九徽；间一弦者各弦俱按十徽，惟三弦按十徽八分；两弦相连者，二弦五弦则按十二徽二分，一弦三弦四弦六弦则按十三徽一分。此皆按弹外散扣内也，皆正声之相和者也。

将其用简单的对应方式将其排列如下：（假设三弦为宫）

间四弦：一弦七徽徵声——六弦散音徵声

二弦七徽羽声——七弦散音羽声

间三弦：一弦七徽九分角声——五弦散音角声

二弦七徽六分徵声——六弦散音徵声

三弦七徽九分羽声——七弦散音羽声

间二弦：一弦九徽商声——四弦散音商声

---

[1] [清]王坦：《琴旨·卷上·散声按声相和说》

二弦九徽角声——五弦散音角声

三弦九徽徵声——六弦散音徵声

四弦九徽羽声——七弦散音羽声

间一弦：一弦十徽宫声——三弦散音宫声

二弦十徽商声——四弦散音商声

三弦十徽八分角声——五弦散音角声

四弦十徽徵声——六弦散音徵声

五弦十徽羽声——七弦散音羽声

两弦相连：一弦十三徽一分羽声——二弦散音羽声

二弦十二徽二分宫声——三弦散音宫声

三弦十三徽一分商声——四弦散音商声

四弦十三徽一分角声——五弦散音角声

五弦十二徽二分徵声——六弦散音徵声

六弦十三徽一分羽声——七弦散音羽声

2、按弹内散扣外，倍声相和

以按弹内，散扣外言之，间四弦者亦按七徽；两弦相连者，二弦四弦五弦七弦则按七徽六分，三弦六弦则按七徽九分；间一弦者，惟五弦按八徽半，余弦俱按九徽；间两弦者，按十徽；间三弦者，五弦七弦则按十二徽二分，六弦则按十三徽一分，此皆按弹内，散扣外也，皆倍声相和者也。

间四弦：七弦七徽羽声——二弦散音羽声

六弦七徽徵声——一弦散音徵声

两弦相连：七弦七徽六分徵声——六弦散音徵声

六弦七徽九分角声——五弦散音角声

五弦七徽六分商声——四弦散音商声

四弦七徽六分宫声——三弦散音宫声
三弦七徽九分羽声——二弦散音羽声
二弦七徽六分徵声——一弦散音徵声

间一弦：七弦九徽角声——五弦散声角声
六弦九徽——四弦散声
五弦八徽半宫声——三弦散声宫声
四弦九徽羽声——二弦散声羽声
三弦九徽徵声——一弦散声徵声

间两弦：七弦十徽商声——四弦散声商声
六弦十徽宫声——三弦散声宫声
五弦十徽羽声——二弦散声羽声
四弦十徽徵声——一弦散声徵声

间三弦：七弦十二徽二分宫声——三弦散音宫声
六弦十三徽一分羽声——二弦散音羽声
五弦十二徽二分徵声——一弦散音徵声

3、按弹内七徽，散扣外，倍声之倍之相和

至七徽为正声之半，和以正声之倍，亦按弹内，散扣外，此则倍声之倍之相和者也。其有不相和而实可和者，乃相生之声相和亦必按弹内散扣外。间两弦者按七徽；间三弦者，五弦七弦则按七徽六分，六弦则按七徽九分；间四弦者按九徽；两弦相连者，二弦四弦五弦七弦则按十徽，三弦六弦则按十徽八分......间一弦者，惟五弦按十二徽二分，余弦俱按十三徽一分......盖相生之声之相和者也。

间两弦：七弦七徽羽声——四弦散声商声
六弦七徽徵声——三弦散声宫声
五弦七徽角声——二弦散声羽声
四弦七徽商声——一弦散声徵声

间三弦：七弦七徽六分徵声——三弦散声宫声

六弦七徽九分角声——二弦散声羽声
五弦七徽六分商声——一弦散声徵声

间四弦：七弦九徽角声——二弦散声羽声
六弦九徽商声——一弦散音徵声

两弦相连：七弦十徽商声——六弦散声徵声
六弦十徽八分变宫生——五弦散声角声
五弦十徽羽声——四弦散声商声
四弦十徽徵声——三弦散声宫声
三弦十徽八分角声—— 二弦羽声
二弦十徽商声——一弦散声徵声

间一弦：七弦十三徽一分变宫声——五弦散声角声
六弦十三徽一分羽声——四弦散声商声
五弦十二徽二分徵声——三弦散音宫声
四弦十三徽一分角声——二弦散声羽声
三弦十三徽一分商声——一弦散声徵声

以上乃下准之各徽分得各弦散声相和之大要。

4、两弦俱散扣而相和

然亦有两弦俱散扣而相和者。间四弦者，本弦之声得倍半而相和……；间两弦者，乃相生之声相和……；间一弦者，惟五弦角不与三弦宫相和，余亦以相生之声相和……。总而言之，各弦相应之声不出乎正声倍声与相生之声三者之范围。

间四弦：七弦散声羽声——二弦散声羽声
六弦散声徵声——一弦散声徵声

间两弦：七弦散声羽声——四弦散声商声
六弦散声徵声——三弦散声宫声
五弦散声角声——二弦散声羽声

四弦散声商声——一弦散声徵声

间一弦：七弦散声羽声——五弦散声角声
六弦散声徵声——四弦散声商声
四弦散声商声——二弦散声羽声
三弦散声宫声——一弦散声徵声

以上两种定弦讨论，尽管在具体步骤上是不尽相同的，但是它们最大的特点都是以三分损益生律法作为其调弦定音的律学规范，因此，它们最后所调制出的七弦之间的音高排列关系都是相同的。

二　带有“纯律”音程关系的七弦散音调弦法

近代学者在摆脱了三分损益生律法的禁锢后，通过对古代琴律文献的梳理和研究，他们对我国古代琴律有了另外一番解释。学者们纷纷在各个琴谱中的“上弦法”或“安弦次第”等篇章中发现了“纯律调弦法”的身影。

如《琴学入门·安弦次第》中

初安五弦，以不松不紧为度……先按五弦十二晖，此拨六弦散声及五弦按音，两相应为准。……然后安一弦，按其八晖，与五弦散声相应为准。……此安三弦，按三弦十一晖，与五弦散声相应。次安四弦，按四弦十三晖，与五弦散声相应。……[1]

由于在这段文字中，出现了八徽、十一徽、十三徽等纯律规范下的按音位，因此不少学者认为《琴学入门》的调弦法是以纯律为律学规范的。

到底《琴学入门》中的定弦法是否真的超出了三分损益生律法的律学规范，我们只要继续讨论一下《琴学入门》中的另外一篇关于调弦的文献“调和弦法”便可得知其中奥妙。

在《琴学入门·调和弦法》中，作者将调弦方法分为三种，一种是按音调弦法，二为泛音调弦法，三为散音调弦法。作者认为用散音调琴最难，需要很长时间的练习才可以使用，因此，初学琴者，最好使用按音或泛音两种调弦法作为练习。

是以调弦之法有三，曰按、曰泛、曰散。惟散调颇难，必耳聪老练，方熟其音，岂初学所

[1] [清]《琴学入门·卷上·安弦次第》，《琴曲集成》二十四册，北京：中华书局，2010年，第281页。

易效乎？故必先于按泛两调法，使其耳聪纯熟，毫无差错，久则自能散调。[1]

（一）按音调弦法

而这里所说的按音调弦法主要是指散音与按音相应的调弦法，这种调弦法又为两种方式，一种为小间弦调弦法，所谓小间弦就是指中间隔有一弦的两弦之间；另外一种为大间弦调弦法，所谓大间弦就是指中间隔有两弦的两弦。

1、按音小间弦调弦法：

左手名指按五弦十徽，右手先挑七弦散声，后勾五弦按音，相应以得仙翁二字。若应在十徽以下，则五弦音高，而七弦音低；应在十徽以上，则五弦音低，而七弦音高，或紧慢五弦，或紧慢七弦，必使与十徽位相应同声为准。此初调弦，原无主定，可以随意紧慢。若既经定准此弦，则以为之主，其应紧应慢惟将未定之弦紧之慢之。其已定准之弦，不可妄为紧慢也。

次则左手大指按四弦九徽，右手挑七弦散声，勾四弦按音，相应同声。如应在九徽上下，只可将四弦紧慢，若改动七弦，则与五弦不相应矣。

五七四弦已准，次则左手名指按四弦十徽，右手挑六弦散声，勾四弦按音，相应同声。如应在十徽上下，惟将六弦紧慢，不可改动四弦，恐与七弦不相应矣。

五七四六弦已准，则如前法按三弦十徽八分与五弦散声相应；按二弦十徽与四弦散声相应；按一弦十徽与三弦散声相应。惟按一弦用中指，余弦皆用名指。其右手则挑散勾按，而成仙翁者也，此为小间调法。[2]

上段文字可简化为：

散音按音调弦法之小间调弦法：（隔一弦）

（1）七弦散声与五弦十徽按音、四弦九徽按音相应

（2）四弦十徽按音应六弦散声

[1] [清]《琴学入门·卷上·调和弦法》，《琴曲集成》二十四册，北京：中华书局，2010年，第284页。

[2] [清]《琴学入门·卷上·调和弦法》，《琴曲集成·二十四册》，北京：中华书局，2010年，第283页。

（3）五弦散声与三弦十徽八分按声应

（4）四弦散声与二弦十徽按音应

（5）二弦散声与一弦十徽按音应

2、按音大间弦调弦法：

用左手大指按四弦九徽，右手挑七弦散声，与勾四弦按音相应。次则按三弦九徽，与六弦散声相应。又按二弦九徽与五弦散声相应。又按一弦九徽与四弦散声相应。皆用大指按之，其右手亦挑散勾按，而成仙翁者也，此为大间调法。

再则复托七弦与勾二弦，托六弦勾一弦，两俱散声而成仙翁，或各一按一散，或各俱按，亦成仙翁。其按音皆在七徽者者也。……小大两间调法既准。①

散音按音调弦法之大间调弦法：（隔两弦）

（1）七弦散声与四弦九徽按音应

（2）六弦散声与三弦九徽按音应

（3）五弦散声与二弦九徽按音应

（4）四弦散声与一弦九徽按音应

（5）七弦散声与二弦散声应

（6）六弦散声与一弦散声应

上文所述大间弦调弦法并没有按照调弦顺序排列，因为各弦之间都是相互联系的，因此，根据上述文字，笔者将大间弦调弦法调弦顺序稍作改动，以明七弦之间关系。

（1）七弦散声与四弦九徽按音应

（2）四弦散声与一弦九徽按音应

（3）六弦散声与一弦散声应

（4）六弦散声与三弦九徽按音应

（5）七弦散声与二弦散声应

（6）五弦散声与二弦九徽按音应

① [清]《琴学入门·卷上·调和弦法》，《琴曲集成·二十四册》，北京：中华书局，2010年，第283页。

（二）泛音调弦法

所谓泛音调弦法，也是指泛音与泛音相应和的调弦法。与按音调弦法一样，泛音调弦法也分为小间调弦法和大间调弦法。

1、泛音小间调弦法

又当以泛音调之，亦有小大间之法。如左手大指浮按七弦九徽，名指浮按五弦十徽，右手挑七勾五，两弦而应仙翁。

次则如法而施于六四两弦、五三两弦、四二两弦、三一两弦，皆应仙翁。惟五三两弦为九十徽不应，而应在十徽十一徽成仙翁，又与七徽八徽相应仙翁者。此宫角两弦之所以明调，而出于天然盖如此。此则泛音小间调法。[①]

散音泛音调弦法之小间调弦法：（隔一弦）

（1）七弦九徽泛音与五弦十徽泛音应

（2）六弦九徽泛音与四弦十徽泛音应

（3）五弦九徽泛音与三弦十徽泛音应

（4）四弦九徽泛音与二弦十徽泛音应

（5）三弦九徽泛音与一弦十徽泛音应

2、泛音大间调弦法：

又如左手名指浮按七弦十徽，食指浮按四弦九徽，右手挑七勾四，两弦而应仙翁。次亦如法施于六三两弦、五二两弦、四一两弦，皆应仙翁。此则泛音大间调法。[②]

散音泛音调弦法之大间调弦法：（隔二弦）

（1）　七弦十徽泛音与四弦九徽泛音应

（2）　六弦十徽泛音与三弦九徽泛音应

---

① [清]《琴学入门·卷上·调和弦法》，《琴曲集成·二十四册》，北京：中华书局，2010年，第284页

② [清]《琴学入门·卷上·调和弦法》，《琴曲集成·二十四册》，北京：中华书局，2010年，第284页。

（3）　五弦十徽泛音与二弦九徽泛音应

（4）　四弦十徽泛音与一弦九徽泛音应

我们能够清楚地看到，在《琴学入门·调和弦法》篇中，作者无论是选用按音调弦法还是泛音调弦法，都是严格按照三分损益的生律方法进行定弦的。因此在其前文“安弦次第”中选用与各个律位音高相近的徽位作为上弦标准，只是为了操作简便的做法，它并不能作为我们研究《琴学入门》中调弦标准的主要文献。

（二）《西麓堂琴统》调弦法

而另外一个被现代学者认为其间有“纯律”的调弦描述的文献则是《五知斋琴谱》，由于文中出现了“十一徽”的调弦标准，因此它也被认为是存有“纯律”调弦法的重要文献之一。我们知道，在明代中早期，并没有出现“徽分”的记谱方式，因此，对于那些徽间音位的记录，要么采用直接记录实际弦长，要么用一些方位词来表示，例如“十三徽外”或“十一徽微上”之类。

《西麓堂琴统》中对于徽间音位的记录就是采用了加方位词的办法，尽管我们在“调弦法”中多次出现了“十一徽”这一词，但是作者并没有忘记在文后提示读者，文中所说的“十一徽”实际上是十一徽微上，但是这样的描述太繁琐了，文中将“微上”统一省略。因此《西麓堂琴统》中的调弦法同样也是不折不扣的三分损益生律法。

凡调弦……先挑散七弦，大指按九徽打四弦应是也……次散挑六弦，名指按十徽勾四弦应是也……次散挑七弦，名指按十徽勾五弦应是也……以上四弦最要调和其声，此四弦声既和后，方可调其余弦。……次散挑五弦，名指按十一徽勾三弦应君声……此弦按十一徽调之不应，盖在第三弦十一徽微上而应也。谱中？写十一徽微上，字恕太繁，故于此重辨，使学者知之。次散挑六弦，大指按九徽打三弦应……次散挑四弦，名指按十徽勾二弦应……次散挑五弦，大指按九徽打二弦应……次散挑三弦，中指按十徽勾一弦应……次散挑四弦，大指按九徽打一弦应。……[1]

[1] 《西麓堂琴统·卷四·调弦法》，汪芝撰，《琴曲集成》第三册，中华书局出版，2010年。

（1）七弦散声应四弦九徽，得四弦散声；

设七弦散声相对波长为 1，设四弦散声相对波长为 a，则四弦九徽相对波长为 $a\times\frac{2}{3}$，

得 $a\times\frac{2}{3}=1$，$a=\frac{3}{2}$，

四弦相对波长为 $\frac{3}{2}$；

（2）六弦散音应四弦十徽，得六弦散声；

设六弦相对波长为 b，四弦十徽相对波长为 $\frac{3}{2}\times\frac{3}{4}=\frac{9}{8}$，

$b=\frac{9}{8}$，六弦相对波长为 $\frac{9}{8}$；

（3）七弦散音应五弦十徽，得五弦散声；

设五弦相对波长为 c，五弦十徽相对波长为 $c\times\frac{3}{4}=1$，$c=\frac{4}{3}$，五弦相对波长为 $\frac{4}{3}$；

（4）五弦散声应三弦十一徽徽上按音（十徽八分），得三弦散声；

设三弦相对波长为 d，三弦十一徽徽上（十徽八分）相对波长为 $d\times\frac{64}{81}$，

$d\times\frac{64}{81}=\frac{4}{3}$，$d=\frac{27}{16}$，三弦相对波长为 $\frac{27}{16}$；

（5）六弦散声应三弦九徽，验证六弦与三弦；

六弦散声相对波长为 $\frac{9}{8}$，三弦九徽相对波长为 $\frac{27}{16}\times\frac{2}{3}=\frac{9}{8}$

（6）四弦散声应二弦十徽，得二弦散声；

设二弦散声相对波长为 e，二弦十徽相对波长为 $e\times\frac{3}{4}$，$e\times\frac{3}{4}=\frac{3}{2}$，e=2，

二弦相对波长为 2；

（7）五弦散声应二弦九徽，验证五弦与二弦；

五弦散声相对波长为 $\frac{4}{3}$，二弦九徽相对波长为 $2\times\frac{2}{3}=\frac{4}{3}$；

（8）三弦散声应一弦十徽，得一弦散声；

设一弦相对波长为 f，一弦十徽相对波长为 $f\times\frac{3}{4}$，$f\times\frac{3}{4}=\frac{27}{16}$，$f=\frac{9}{4}$，

一弦相对波长为$\frac{9}{4}$。

（9）四弦散声应一弦九徽，验证四弦与一弦。

四弦散声相对波长为$\frac{3}{2}$，一弦九徽相对波长为$\frac{9}{4}\times\frac{2}{3}=\frac{3}{2}$。

至此，若设七弦相对波长为 1，六弦相对波长为$\frac{9}{8}$，五弦相对波长为$\frac{4}{3}$，四弦相对波长为$\frac{3}{2}$，三弦相对波长为$\frac{27}{16}$，二弦相对波长为 2，一弦相对波长为$\frac{9}{4}$。

七弦之间相邻两弦间的相对波长比

七弦与六弦相对波长比为 1：$\frac{9}{8}=\frac{8}{9}$；

六弦与五弦相对波长比为$\frac{9}{8}$：$\frac{4}{3}=\frac{27}{32}$；

五弦与四弦相对波长比为$\frac{4}{3}$：$\frac{3}{2}=\frac{8}{9}$；

四弦与三弦相对波长比为$\frac{3}{2}$：$\frac{27}{16}=\frac{8}{9}$；

三弦与二弦相对波长比为$\frac{27}{16}$：$2=\frac{27}{32}$；

二弦与一弦相对波长比为 2：$\frac{9}{4}=\frac{8}{9}$。

以上数据显示，七弦之间，三弦与二弦之间，六弦和五弦之间的相对波长为$\frac{27}{32}$，即三分损益法小三度，在宫商角徵羽五音中，存于角徵之间，和羽与清宫或倍羽与宫之间。

在上述调弦法中，如果我们设二弦与三弦之间是角和徵，同时兼顾五弦和六弦也为小三度，那么七弦的排列顺序即为一弦商、二弦角、三弦徵、四弦羽、五弦变宫、六弦少商、七弦少角。这种弦序，出现了五弦变宫这一变宫，这并不符合琴用宫商角徵羽五正声的传承。因此，可以判断七弦的弦序排列为另外一种，即二弦与三弦为羽与宫，五弦与六弦为角和羽。所以七弦的排列顺序为一弦倍徵，二弦倍羽，三弦宫，四弦商，五弦角，六弦徵，七弦羽。

为了方便与其他调弦法作对比，现将宫弦的相对波长设为 1，上述各弦的相对波长比可转

为：一弦相对波长为$\frac{4}{3}$，二弦相对波长为$\frac{32}{27}$，三弦相对波长为 1，四弦相对波长为$\frac{8}{9}$，五弦相对波长$\frac{64}{81}$，六弦相对波长为$\frac{2}{3}$，七弦相对波长为$\frac{16}{27}$。

三　琴五调之调弦法

通过前文对各种定弦法的深入探讨，我们对于古琴正调中七根弦之间的音高关系有了一个清晰地认识，若用三分损益五音表述体系表示，其音高排列为：一弦倍徵、二弦倍羽、三弦宫、四弦商、五弦角、六弦徵、七弦羽。

但是中国古代音乐是以五声调式为基础的，因此历代琴人也总结了一套由古琴“正调”转为其他五音调式的转调方式。其中最为简便的就是“紧角弦”和“慢宫弦”两种转调方式。

（一）通过“紧角弦”进行琴五调定弦

所谓“紧角弦”就是将七弦中的角弦升高“一律”，使其成为新调的“宫音”。我们知道三分损益生律法能够产生两种“半音”音高关系，一种是大半音，其音程系数为 2187:2048，转换成音分数为 114；而另外一种则是小半音，其音程系数为 256:243，转换成音分数为 90。那么角弦所升高的这“一律”，到底是大半音还是小半音呢？我们知道原调的角弦通过升高“一律”，可以变为原调的“清角”弦，也就是下一调的“宫弦”，那么原调中的商弦变为下一调的“倍羽弦”，而倍羽音与宫音之间的音程系数为 32:27，因此原调中的商弦与清角弦之间的因此关系也是 32:27，那么我们只需要从商弦的与清角弦之间减去商弦至角弦，就可以得到角至清角之间的音程系数，即$\frac{32}{27}:\frac{9}{8}=\frac{256}{243}$，也就是三分损益小半音的音程系数。所以在“紧角弦”时，所需要升高的音为三分损益小半音。下面我们具体讨论一下通过“紧角弦”的调弦手段，所得到的琴五调的具体情况。

> 所谓旋宫转调也，以角弦易为宫弦，其宫旋也角。既为宫，则宫转为征，征生商而转商，商生羽而转羽，羽生角而转角也。五声既以相生之声相转，则五调亦以相生之声相转也，此之谓旋宫转调也。
>
> 大凡诸调不拘某弦，但按在十徽八分而与他弦散声应者，为宫弦。按在八徽半而与他弦散声应者，为角弦。
>
> 其在宫调一弦六弦为征，二弦七弦为羽，三弦为宫，四弦为商，五弦为角，盖三

弦于十徽八分应五弦散声，是三弦为宫。五弦于八徽半应三弦散声，是五弦为角。因三弦立宫位以主调，故为宫调。[1]

宫调：

弦序	一弦	二弦	三弦	四弦	五弦	六弦	七弦
声位关系	倍徵	倍羽	宫	商	角	徵	羽
与宫调宫音相对波长比	$\frac{4}{3}$	$\frac{32}{27}$	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$
与本调宫音相对波长比	$\frac{4}{3}$	$\frac{32}{27}$	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$
相邻两音相对波长比		$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$

其在征调，以宫调之角声。五弦紧一音旋为宫声（即蕤宾调）。则一弦六弦征俱转为商，二弦七弦羽俱转为角，三弦宫转为征，四弦商转为羽。盖五弦于十徽八分，应二弦七弦散声，是五弦为宫。二弦七弦于八徽半，应五弦散声，是二弦七弦为角。因宫调之三弦宫转为征，而三弦立征位以主调，故为征调。[2]

徵调（蕤宾调）：在宫调基础上紧五弦

弦序	一弦	二弦	三弦	四弦	五弦	六弦	七弦
声位关系	倍商	倍角	倍徵	倍羽	宫	商	角
与宫调宫音相对波长比	$\frac{4}{3}$	$\frac{32}{27}$	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}\times\frac{243}{256}=\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$
与本调宫音相对波长比	$\frac{16}{9}$	$\frac{128}{81}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{32}{27}$	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$
相邻两音相对波长比		$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$

其在商调，以征调之角声。二弦七弦俱紧一音，旋为宫声（即紧二五七弦一音之姑洗调）。

[1] [清] 王坦：《琴旨·卷下·旋宫转调》，《文渊阁钦定四库全书》，经部，乐类。
[2] [清] 王坦：《琴旨·卷下·旋宫转调》，《文渊阁钦定四库全书》，经部，乐类。

则一弦六弦商俱转为羽，三弦征转为商，四弦羽转为角，五弦宫转为征。盖二弦七弦于十徽八分，应四弦散声，是二弦七弦为宫。四弦于八徽半，应二弦七弦散声，是四弦为角。因征调之三弦征转为商，而三弦立商位以主调，故为商调。[1]

商调（姑洗调）：在徵调基础上紧二弦七弦，在宫调基础上紧二五七弦。

弦序	一弦	二弦	三弦	四弦	五弦	六弦	七弦
声位关系	倍羽	宫	商	角	徵	羽	少宫
与宫调宫音相对波长比	$\frac{4}{3}$	$\frac{32}{27}\times\frac{243}{256}=\frac{9}{8}$	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}\times\frac{243}{256}=\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}\times\frac{243}{256}=\frac{9}{16}$
与本调宫音相对波长比	$\frac{32}{27}$	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$	$\frac{1}{2}$
相邻两音相对波长比		$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$

其在羽调，以商调之角声。四弦紧一音，旋为宫声（即慢一三六弦一音之慢宫调）。则一弦六弦羽俱转为角，二弦七弦宫俱转为征，三弦商转为羽，五弦征转为商。盖四弦于十徽八分，应一弦六弦散声，是四弦为宫。一弦六弦于八徽半，应四弦散声，是一弦六弦为角。因商调之三弦商转为羽，而三弦立羽位以主调，故为羽调。[2]

羽调（慢宫调）在商调基础上紧四弦，在宫调基础上紧二四五七弦，即慢一三六弦。

弦序	一弦	二弦	三弦	四弦	五弦	六弦	七弦
声位关系	倍角	倍徵	倍羽	宫	商	角	徵
与宫调宫音相对波长比	$\frac{4}{3}$	$\frac{32}{27}\times\frac{243}{256}=\frac{9}{8}$	1	$\frac{8}{9}\times\frac{243}{256}=\frac{27}{32}$	$\frac{64}{81}\times\frac{243}{256}=\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}\times\frac{243}{256}=\frac{9}{16}$
与本调宫音相对波长比	$\frac{128}{81}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{32}{27}$	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{2}{3}$

[1] [清]王坦：《琴旨·卷下·旋宫转调》，《文渊阁钦定四库全书》，经部，乐类。
[2] [清]王坦：《琴旨·卷下·旋宫转调》，《文渊阁钦定四库全书》，经部，乐类。

相邻两音相对波长比		$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$

其在角调，以羽调之角声。一弦六弦俱紧一音，旋为宫声（即慢三弦一音之慢角调）。则二弦七弦征俱转为商，三弦羽转为角，四弦宫转为征，五弦商转为羽。盖一弦六弦于十徽八分，应三弦散声，是一弦六弦为宫。三弦于八徽半，应一弦六弦散声，是三弦为角。因羽调之，三弦羽转为角，而三弦立角位以主调，故为角调。①

角调（慢角调）在羽调基础上紧一六弦，在宫调基础上紧一二四五六七弦，即慢三弦。

弦序	一弦	二弦	三弦	四弦	五弦	六弦	七弦
声位关系	宫	商	角	徵	羽	少宫	少商
与宫调宫音相对波长比	$\frac{4}{3}\times\frac{243}{256}=\frac{81}{64}$	$\frac{32}{27}\times\frac{243}{256}=\frac{9}{8}$	1	$\frac{8}{9}\times\frac{243}{256}=\frac{27}{32}$	$\frac{64}{81}\times\frac{243}{256}=\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}\times\frac{243}{256}=\frac{81}{128}$	$\frac{16}{27}\times\frac{243}{256}=\frac{9}{16}$
与本调宫音相对波长比	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{4}{9}$
相邻两音相对波长比		$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$

若欲仍定为宫调，以角调之角声三弦紧一音，旋为宫声（角调自宫调次第相转各弦俱紧惟三弦未紧今三弦亦紧则七弦俱紧而仍为宫调矣）。则一弦六弦宫俱转为征，二弦七弦商俱转为羽，四弦征转为商，五弦羽转为角。是三弦仍于十徽八分应五弦散声，而三弦为宫矣。五弦仍于八徽半应三弦散声，而五弦为角矣。因角调之三弦角紧一音旋为宫，而三弦仍立宫位以主调，故复转为宫调。②

返回宫调，在角调基础上紧三弦，在原宫调基础上紧一二三四五六七弦，即全部升高一律。

---

① [清] 王坦：《琴旨·卷下·旋宫转调》，《文渊阁钦定四库全书》，经部，乐类。
② [清] 王坦：《琴旨·卷下·旋宫转调》，《文渊阁钦定四库全书》，经部，乐类。

弦序	一弦	二弦	三弦	四弦	五弦	六弦	七弦
声位关系	倍徵	倍羽	宫	商	角	徵	羽
与宫调宫音相对波长比	$\frac{4}{3}\times\frac{243}{256}=\frac{81}{64}$	$\frac{32}{27}\times\frac{243}{256}=\frac{9}{8}$	$1\times\frac{243}{256}=\frac{243}{256}$	$\frac{8}{9}\times\frac{243}{256}=\frac{27}{32}$	$\frac{64}{81}\times\frac{243}{256}=\frac{3}{4}$	$\frac{2}{3}\times\frac{243}{256}=\frac{81}{128}$	$\frac{16}{27}\times\frac{243}{256}=\frac{9}{16}$
与本调宫音相对波长比	$\frac{4}{3}$	$\frac{32}{27}$	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$
相邻两音相对波长比		$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$

以上就是通过采取“紧角弦”的方法顺向完成琴五调的定弦。

（二）通过“慢宫弦”进行琴五调定弦

所谓“慢宫弦”的方式，就是将原调中的宫弦降低“一律”，变为“变宫”，使其成为新调的“角弦”。与“紧角弦”一样，慢一律同样是指降低一个三分损益小半音，下面我们具体探讨一下琴正调如何通过“慢宫弦”的方式完成琴五调的定弦。

首先仍然是宫调，也就是琴正调。

宫调：

弦序	一弦	二弦	三弦	四弦	五弦	六弦	七弦
声位关系	倍徵	倍羽	宫	商	角	徵	羽
与宫调宫音相对波长比	$\frac{4}{3}$	$\frac{32}{27}$	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$
与本调宫音相对波长比	$\frac{4}{3}$	$\frac{32}{27}$	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$
相邻两音相对波长比		$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$

角调（慢角调）：在宫调基础上慢三弦“宫”。

弦序	一弦	二弦	三弦	四弦	五弦	六弦	七弦
声位关系	宫	商	角	徵	羽	少宫	少商
与宫调宫音相对波长比	$\frac{4}{3}$	$\frac{32}{27}$	$1\div\frac{243}{256}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$
与本调宫音相对波长比	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{4}{9}$
相邻两音相对波长比		$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$

羽调（慢宫调）：在角调基础上慢一弦和六弦宫。

弦序	一弦	二弦	三弦	四弦	五弦	六弦	七弦
声位关系	倍角	倍徵	倍羽	宫	商	角	徵
与宫调宫音相对波长比	$\frac{4}{3}\div\frac{243}{256}$	$\frac{32}{27}$	$1\div\frac{243}{256}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{2}{3}\div\frac{243}{256}$	$\frac{16}{27}$
与本调宫音相对波长比	$\frac{128}{81}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{32}{27}$	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{2}{3}$
相邻两音相对波长比		$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$

商调（姑洗调）：在羽调基础上慢四弦宫。

弦序	一弦	二弦	三弦	四弦	五弦	六弦	七弦
声位关系	倍羽	宫	商	角	徵	羽	少宫
与宫调宫音相对波长比	$\frac{4}{3}\div\frac{243}{256}$	$\frac{32}{27}$	$1\div\frac{243}{256}$	$\frac{8}{9}\div\frac{243}{256}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{2}{3}\div\frac{243}{256}$	$\frac{16}{27}$
与本调宫音相对波长比	$\frac{32}{27}$	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$	$\frac{1}{2}$

徵调（蕤宾调）：在商调基础上慢二弦、七弦宫

弦序	一弦	二弦	三弦	四弦	五弦	六弦	七弦
声位关系	倍商	倍角	倍徵	倍羽	宫	商	角
与宫调宫音相对波长比	$\frac{4}{3}\div\frac{243}{256}$	$\frac{32}{27}\div\frac{243}{256}$	$1\div\frac{243}{256}$	$\frac{8}{9}\div\frac{243}{256}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{2}{3}\div\frac{243}{256}$	$\frac{16}{27}\div\frac{243}{256}$
与本调宫音相对波长比	$\frac{16}{9}$	$\frac{128}{81}$	$\frac{4}{3}$	$\frac{32}{27}$	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$
相邻两音相对波长比		$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$

此时琴五调已经定弦完毕，除了五弦没有慢过，其他的六弦都已经比原来宫调时各慢一个三分损益小半音了。如果在此基础上再想回到宫调，只需要将徵调的五弦宫再降低一个小半音，就可以完成了，只是此时的宫调已经比原始的宫调整体低了小半音。

宫调：在徵调基础上慢五弦宫

弦序	一弦	二弦	三弦	四弦	五弦	六弦	七弦
声位关系	倍徵	倍羽	宫	商	角	徵	羽
与宫调宫音相对波长比	$\frac{4}{3}\div\frac{243}{256}$	$\frac{32}{27}\div\frac{243}{256}$	$1\div\frac{243}{256}$	$\frac{8}{9}\div\frac{243}{256}$	$\frac{64}{81}\div\frac{243}{256}$	$\frac{2}{3}\div\frac{243}{256}$	$\frac{16}{27}\div\frac{243}{256}$
与本调宫音相对波长比	$\frac{4}{3}$	$\frac{32}{27}$	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$
相邻两音相对波长比		$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$

以上就是通过“紧角弦”和“慢宫弦”两种方式对琴五调进行定弦的步骤。我们知道一根弦上的泛音与按音所发出的音高是与其所在弦的散音音高有直接关系的，七根弦散音音高的排列顺序不同，那么它所引领的泛音和按音在音高上也是决然不同的。

第四章　历代学者对琴律的独特认识

上文我们对琴乐实践中"散音"、"按音"和"按音"三个音高体系中在三分损益生律法的主观律学规范下，三者各自的律学内容进行了深入的了解。同时也发现了在三分损益的律学规范下，琴上所使用的"散音"、"泛音"和"按音"三种音高体系之间有着相互冲突的内容。例如三、六、八、十一徽上所发出的泛音大三度与三分损益生律法所生得的大三度，在音高上有着不小的差异；再如在某些徽位上所产生的按音与三分损益生律法所生得的相对应的按音之间也存有一定的音高差异；还有三分损益生律法自身所产生的五音与十二律两种表述体系，在旋宫转调时所产生的不可忽略的矛盾问题等等。

历代琴学家通过琴乐实践不断完善和更新其对于琴律理论的认识，并试图对于上述这些问题给予相对合理的解释。在本章中，笔者试图将历代琴学家对于上述问题的解释总结为三种类型，即以朱熹等学者为代表的"移徽就律"或"移律就徽"的做法；而是以《琴书大全》等琴谱为代表的"徽法"、"准法"分而论之的方法，以及清代以来最为占统治地位的"琴以五音论"的琴律理论认识。

对于琴律实践中所产生的各种音律问题，以上三种方法各自体现了其自身的认识和理解，这些所有的对琴律的解释共同构成了中国古代琴律发展的整体轮廓。

第一节　"移徽就律"与"移律就徽"

——以朱熹之《琴律说》为例

尽管前面我们展示了北宋初多位琴学家对琴律的研究成果，但真正将"琴律"第一次研究纳入到传统律学研究领域的人是北宋著名学者朱熹。

朱熹（1130—1200 年），南宋著名的思想家、哲学家、教育家、诗人，宋代理学的集大成者，为程（指程颢、程颐）朱学派的创始人，世人称其为"朱子"。他的学术思想，在元明清三代，一直是封建统治阶级的官方哲学，对封建社会意识形态的发展有着重要的影响。

他在其百卷本论著《晦庵先生朱文公文集》中有很多涉及到琴律的论述，其中卷四十四《答蔡季通》、卷六十三的《答吴元士》和卷六十六的《琴律说》等中，都专门针对琴律进行了阐释，并首次提到"琴律"一词。他将传统律学研究中"律寸"、"声数"的表述方式与"琴律"研究

中“徽位”与“实际弦长”相结合的表述方式相对应，为后世研究“琴律”的琴学家们提供了很好的“研究范式”。因此，后世琴学研究者每每谈论琴律问题时，朱熹的琴学理论，尤其是《琴律说》必定都会成为重要的参考资料。

通过对朱熹众多关于琴律研究内容的解读，笔者将朱熹讨论琴律问题的主要角度归纳为以下三个方面：

横向运律：讨论琴上一根弦中五音十二律的排列情况

纵向运律：讨论七弦琴中七条弦之间的音高排列情况

纵横交错：探讨七弦琴中五音十二律之间旋宫转调问题

即朱熹所谓“七弦既有散弦所取五声之位，又有按徽所取五声之位，二者错综相为经。”这三个问题正好也反映了中国传统律学规范与琴学实践运律之间的主要矛盾，同时也是历代琴学家不断探讨的问题。下面我们就通过具体分析，来看一下朱熹是如何解释的。

（一）朱熹琴律横向布律之“移徽就律”

首先是五音在一根弦上的排列问题

太史公五声数曰：九九八十一以为宫（散声）；三分去一，得五十四，以为征（为九徽）；三分益一，得七十二，以为商（为十二徽）；三分去一，得四十八，以为羽（为八徽）；三分益一，得六十四，以为角（为十一徽）。[①]

将这段文字列表如下：

朱熹一根弦上五音徽位表：

五声名	宫	商	角	徵	羽
生律法	1	$\frac{2}{3}\times\frac{4}{3}=\frac{8}{9}$	$\frac{16}{27}\times\frac{4}{3}=\frac{64}{81}$	$1\times\frac{2}{3}=\frac{2}{3}$	$\frac{8}{9}\times\frac{2}{3}=\frac{16}{27}$
五声数	81	72	64	54	48
朱熹徽位	散声	十二徽	十一徽	九徽	八徽
三分损益律徽分位置	散声	约十二徽一分	约十徽八分	九徽	约七徽九分

这里我们发现，朱熹所表达的五声数无疑是严格按照传统的三分损益律所依次相生得到的，但是在琴上所对应的位置却与传统三分损益律所得五音位置有所误差。是朱熹有意忽略他们之间的差异，还是另有目的，这里我们姑且存疑一下，接着看后面他对十二律数的阐释。

① 《晦庵先生朱文公文集·卷六十六·琴律说》。

其次是一根弦上十二律排列情况

十二律数曰：黄钟九寸为宫（琴长九尺，而折其半，故为四尺五寸，而下生林钟。）；林钟六寸为征（为第九徽，徽内三尺，徽外一尺五寸，上生太蔟。）；太簇八寸为商（为第十三徽，徽内四尺，徽外五寸，下生南吕。）；南吕五寸一分为羽（为第八徽，徽内二尺七寸，徽外一尺八寸，上生姑洗。）；姑洗七寸一分为角（为第十一徽，徽内三尺五寸，徽外九寸，下生应钟。）；应钟四寸六分六厘（位在八徽内二寸七分，内二尺四寸，外二尺一寸，上生蕤宾。）；蕤宾六寸二分八厘（位在十徽九徽之间，内三尺一寸五分，外一尺三寸五分，上生大吕。）…… 以上十二律并用，太史公九分寸法约定，周礼郑注以从简便。凡律寸皆九分，分皆九厘，厘皆九丝，丝皆九忽。琴尺皆十寸，寸皆十分，分皆十厘，厘以下不收。）按此，以上为自龙龈之内，至于七徽左方十二律之位，而七徽以后之说，亦附其后。[①]

这段文字为我们提供了以下几方面信息：

首先，十二律之律长计算结果，是绝对严格根据"三分损益法"计算所得，并且采用"太史公九分寸法约定，凡律寸皆九分，分皆九厘，厘皆九丝，丝皆九忽"也就是现在所说的九进制计算方法。而现在我们所计算的十二律律数，都是以十进制的方法计算所得，这并不与朱熹所得数据有任何阻碍。

九进制与十进制所得十二律数对应表：（以黄钟九寸为始，保留至小数点后五位）

律位	生律法	朱熹律数（九进制）	律数（十进制）
黄钟	1	9（寸）	9
大吕		约 8.376	约 8.42798
太簇	$\frac{2}{3}\times\frac{4}{3}=\frac{8}{9}$	8	8
夹钟		约 7.4373	约 7.49154
姑洗	$\frac{16}{27}\times\frac{4}{3}=\frac{64}{81}$	7.1	约 7.111
仲吕		约 6.58346	约 6.65915

① 同上。

蕤宾		6.28	约 6.32099
林钟	$1\times\frac{2}{3}=\frac{2}{3}$	6	6
夷则		约 5.551	约 5.61866
南吕	$\frac{8}{9}\times\frac{2}{3}=\frac{16}{27}$	5.3	约 5.33333
无射		约 4.888	约 4.99436
应钟		约 4.66	约 4.74074

其次，在律长计算完全吻合三分损益律的情况下，朱熹所得十二律的实际弦长却与按照三分损益律计算所得实际弦长有所误差。二者只有黄钟律、林钟律以及太簇律三律实际弦长互相吻合，其他皆不相同。

朱熹琴律与三分损益律十二律实际弦长对比表：

十二律位	朱熹琴律十二律实际弦长	三分损益律十二律实际弦长
黄钟	4.5（尺） 四尺五寸	4.5（尺）
大吕	4.25 徽内四尺二寸半徽外二寸半	$4.5\times\frac{2048}{2187}=4.214$
太簇	4 徽内四尺徽外五寸	$4.5\times\frac{8}{9}=4$
夹钟	3.8 徽内三尺八寸徽外七寸	$4.5\times\frac{16384}{19683}=3.746$
姑冼	3.6 徽内三尺六寸徽外九寸	$4.5\times\frac{64}{81}=3.556$
仲吕	3.4 徽内三尺四寸徽外一尺一寸	$4.5\times\frac{131072}{177147}=3.3296$
蕤宾	3.15 徽内三尺一寸五分徽外一尺三寸五分	$4.5\times\frac{512}{729}=3.16$
林钟	3 徽内三尺徽外一尺五寸	$4.5\times\frac{2}{3}=3$

夷则	2.85 徽内二尺八寸半徽外一尺六寸半	$4.5\times\frac{4096}{6561}$=2.809
南吕	2.7 徽内二尺七寸徽外一尺八寸	$4.5\times\frac{16}{27}$=2.667
无射	2.5 徽内二尺五寸徽外二尺	$4.5\times\frac{32768}{59049}$=2.497
应钟	2.4 徽内二尺四寸徽外二尺一寸	$4.5\times\frac{128}{243}$=2.37

第三，朱熹琴徽的实际弦长与传统四折取中所得的琴徽实际弦长不同，而与上面所得到的五音的实际弦长相吻合。也就是说朱熹进行琴律研究的琴与我们通常我认识的琴在琴徽的安置位置上是非常不同的。朱熹认为琴徽的位置应该符合三分损益所生律的位置，而不是单单的四折取中而得到的。

朱熹琴律中琴徽与三分损益律下准七徽至龙龈各徽位实际弦长对比表：

徽位	传统琴徽实际弦长	朱熹琴律琴徽实际弦长
龙龈	4.5（尺）	4.5（尺）
十三徽	$4.5\times\frac{7}{8}$=3.9375	$4.5\times\frac{8}{9}$=4（太簇）
十二徽	$4.5\times\frac{5}{6}$=3.75	$4.5\times\frac{16384}{19683}$=3.746≈3.8
十一徽	$4.5\times\frac{4}{5}$=3.6	$4.5\times\frac{64}{81}$=3.556≈3.6
十徽	$4.5\times\frac{3}{4}$=3.375	$4.5\times\frac{131072}{177147}$=3.3296≈3.4
九徽	$4.5\times\frac{2}{3}$=3	$4.5\times\frac{2}{3}$=3
八徽	$4.5\times\frac{3}{5}$=2.7	$4.5\times\frac{16}{27}$=2.667≈2.7
七徽	$4.5\times\frac{1}{2}$=2.25	$4.5\times\frac{1}{2}$=2.25

从上述三点能够得出这样的结论：虽然朱熹在意识形态上是一个绝对的“三分损益律”的

拥护者，但是在实际讨论中，朱熹清楚地认识到琴乐实践中的实际用律与三分损益律有着不可忽视的差异，朱熹采取折中的办法，将这两者之间的差异最大程度上化解。

就像蒋克谦在《琴书大全》中讲到的那样：

十二律之于十三徽，但以黄钟一弦观之，仅有十二徽为夹钟，九徽为林钟，亦出于偶然耳，非有所取也。除此二者之外，别无一律与徽正相对者，律固不合于徽，而徽亦非定于律则，其为异也。亦朱文公因律与徽不相侔也，乃于所著琴律，本太史公五声十二律之数，谓琴之有徽，所以分五声之位，而配以当徽之律，其布徽之法当随其声数之多寡、律管之长短，而三分损益上下相生，以定其位。深不许四折取中为法，以为下俚，立成小数，于是再四。

详考其法，取简要而言之，但以自岳至龈为黄钟，却随各律长短，以次第三分损益，隔八相生，得五声十二律之处所。即定其徽用此法则，凡是一徽必有一律。相对自岳至龈为黄钟为宫，三分损一为林钟，正对今九徽，为九徽为徵；又自九徽三分益一为太簇，在今十三徽之外，为十三徽为商；又自十三徽三分损一为南吕，在今八徽之上，为八徽为羽；又自八徽三分益一为姑洗，在今十一徽之上，为十一徽为角；……又自无射三分益一为仲吕，在今十徽之上，为十徽。此用琴律之说，定五声十二律徽法也，正合古律法，与世琴见用徽法不同。[①]

因此我们才能看到在朱熹的琴律讨论中，既出现了十二律的实际弦长与三分损益律十二律的实际弦长不尽相同的情况，又出现了朱熹所述琴上徽位的实际弦长与传统四折取中所得琴徽的实际弦长不尽相同情况。例如太簇律，三分损益律所得实际弦长为 4 尺，而十三徽的实际弦长为 3.9375 尺，那么朱熹就采取"移徽就律"的办法，将十三徽的实际弦长改为 4 尺。而姑洗律，三分损益律所得实际弦长为 3.556 尺，而十一徽的实际弦长为 3.6 尺，那么朱熹就采取"移律就徽"的办法，将姑洗律的实际弦长改为 3.6 尺。就像朱熹自己感慨的那样，"或曰，若子之言，声数也、律分也、徽寸也，三者之相与，皆迂回屈曲而难通，无乃出于傅会牵合之私耶。"

当然在《琴律说》中，朱熹所提到的"徽"并不完全是我们现在所理解的"徽"，朱熹在论述十二律有效弦长时，将每一律位都描述为"徽内多少""徽外多少"，例如，大吕律的有效弦长为"徽内四尺二寸半，徽外二寸半"，应钟律有效弦长为"徽内二尺四寸，徽外二尺一寸"，而我们知道，大吕律与应钟律其实根本就不在通常意义上的"徽"位，因此朱熹所指的"徽"

---

① [明]蒋克谦：《琴书大全・卷六・琴徽十八》，《琴曲集成》第五册，北京：中华书局，2010 年，第 136 页。

并不是“徽位”，而只是该律所处的“音位”而已。

（二）七弦纵向排列关系

盖初弦黄钟之宫，次弦太簇之商，三弦中吕之角，四弦林钟之征，五弦南吕之羽，六弦黄清之少宫，七弦太清之少商。皆起于龙龈，皆终于临岳，其长皆四尺五寸，是皆不待抑按而为本律自然之散声者也。

弦序	一弦	二弦	三弦	四弦	五弦	六弦	七弦
律名	黄钟	太簇	仲吕	林钟	南吕	黄钟清	太簇清
声名	宫	商	角	徵	羽	少宫	少商

朱熹琴正调七弦的排列顺序为一弦宫、二弦商、三弦角、四弦徵、五弦羽、六弦少宫、七弦少商。而这样的关系是如何调出来的呢？朱熹《琴律说》中这样描述：

调弦，调弦之法散声隔四而得二声（宫与少宫、商与少商）；中徽亦如，之而得四声（按上散下得二声，按下散上得二声，其弦则同）；八徽隔三而得六声（宫与羽、商与少宫、角与少商，按上得三声，按下得三声）；九徽按上者，隔二而得四声（宫与征、商与羽、角与少宫、征与少商为四，内角声在九十间四之一，少浊）；按下者，隔一而得五声（少商与羽、少宫与征、羽与角、征与商、角与宫为五，内角声在九八间四之一，少清）；十徽按上者，隔一而得五声（宫与角、商与征、角与羽、征与少宫、羽与少商为五，内角声在十一徽，少浊）；按下者，隔二而得四声（少商与征、少宫与角、羽与商、征与宫为四，内角声在十一徽，少浊）；十三徽之左比弦相应，而得六声（宫与商、商与角、角与征、征与羽、羽与少宫、少宫与少商凡六）。[①]

若按照上述论述，可以得到下列数据：

《琴律说》调弦法

1、调弦之法，散声隔四而得二声（宫与少宫，商与少商）

一弦散声宫音应六弦散声少宫

二弦散声商音应七弦散声少商

2、中徽亦如之而得四声（按上散下得二声，按下散上得二声，其弦则同）

按弹一弦（宫弦）七徽宫声应六弦（少宫弦）散声少宫声

[①] [宋]朱熹：《晦庵先生朱文公文集·卷六十六·琴律说》

按弹二弦（商弦）七徽商声应七弦（少商弦）散声少商声

按弹六弦（少宫弦）七徽宫音应一弦（宫弦）散声宫声

按弹七弦（少商弦）七徽商音应二弦（商弦）散声商声

3、八徽隔三而得六声（宫与羽，商与少宫，角与少商。按上得三声，按下得三声。）

按弹一弦（宫弦）八徽羽声应五弦（羽弦）散声

按弹二弦（商弦）八徽变宫声应六弦（少宫弦）散声

按弹三弦（角弦）八徽清宫声应七弦（少商弦）散声

按弹七弦（少商弦）八徽变宫声应三弦（角弦）散声

按弹六弦（少宫弦）八徽羽声应二弦（商弦）散声

按弹五弦（羽弦）八徽变徵声应一弦（宫弦）散声

4、九徽按上者，隔二而得四声。（宫与徵，商与羽，角与少宫，徵与少商，为四。角声在九十间四之一，少浊。）

按弹一弦（宫弦）九徽徵声应四弦（徵弦）散声

按弹二弦（商弦）九徽羽声应五弦（羽弦）散声

按弹三弦（角弦）九徽三分少宫声应六弦（少宫弦）散声

按弹四弦（徵弦）九徽少商声应七弦（少商弦）散声

按下者，隔一而得五声。（少商与羽，少宫与徵，羽与角，徵与商，角与宫，为五。角在九八间四之一，少清。）

按弹七弦（少商弦）九徽羽声应五弦（羽弦）散声

按弹六弦（少宫弦）九徽徵声应四弦（徵弦）散声

按弹五弦（羽弦）九徽角声应三弦（角弦）散声

按弹四弦（徵弦）九徽商声应二弦（商弦）散声

按弹三弦（角弦）八徽二分宫声应一弦（宫弦）散声

5、十徽按上者，隔一而得五声（宫与角，商与徵，角与羽，徵与少宫，羽与少商，为五。角声在十一徽，少浊。）

按弹一弦（宫弦）十徽清角声应三弦（角弦）散声

按弹二弦（商弦）十徽至声应四弦（徵弦）散声

按弹三弦（角弦）十一徽一分羽声应五弦（羽弦）散声

按弹四弦（徵弦）十徽宫声应六弦（少宫弦）散声

按弹五弦（羽弦）十徽商声应七弦（少商弦）散声

按下者，隔二而得四声。（少商与徵，少宫与角，羽与商，徵与宫，为四。角声在十一徽，

少浊。）

按弹七弦（少商弦）十徽徵声应四弦（徵弦）散声

按弹六弦（少宫弦）十徽清角声应三弦（角弦）散声

按弹五弦（羽弦）十徽商声应二弦（商声）散声

按弹四弦（徵弦）十徽宫声应一弦（宫声）散声

十三徽之左，比弦相应，而得六声

上述调弦法中有很多步骤都让人迷惑，首先朱熹所讨论的琴律，七弦的排列顺序并不是始终统一的，从文中不难看出，朱熹非常清楚在琴乐实践中琴正调七弦的音高排列顺序是宫音在三弦上的。但是作为最著名的理学学者，朱熹固守着很多传统理念，例如“大不逾宫”等旧有的观念，朱熹并不能放弃一弦为宫、一弦为黄钟的传统。因此才出现了三弦角音出现两种不同的音高，一是姑冼角，另外一种是仲吕角，“但姑冼唯三弦用之，余弦皆用仲吕”，这使得其所提供的很多数据都是不够准确，甚至说是比较混乱。尽管如此，我们仍然不能否定朱熹对琴律研究的重要贡献。

当然还值得研究者注意的一点是朱熹对于“十徽”按音的律学理解，他肯定了“十徽”按音是符合三分损益相生所得音律高度的，但是却不是完全按照三分损益生律的，而是通过三倍反生所得，因此其伦序倒置，但是并不妨碍它与三分损益所生之律之间的和谐。

调弦之法大概如此。然惟九徽为得其相生之序，十徽则虽律吕相得，而其伦序倒置，若有未谐。故沈氏说以隔二者为下生，隔一者为上生。盖九徽之宫，隔二者，生散征；而散征，隔一，上生十徽之商；九徽之商，隔二，下生散羽；而散羽，隔一，上生十一徽之角；九徽之角，隔二，下生散少宫；而散少宫，隔一，上生十徽之征；九徽之征，隔二，下生散少商；而散少商，隔一，上生十徽之羽也。如此则九徽之隔二者，常以木声命散声；十徽之隔一者，常以散声命木声。然后十徽之按上按下者，亦皆得以协其相生之序，此又不可不知也。……

通过对朱熹琴律的深入了解，能够得到这样的结论，朱熹琴律在整体律学规范上仍然是在三分损益生律法的律学背景之下进行的，对于三分损益所生之律与传统琴徽上所产生的按音在音高上有差异这一问题上，朱熹采取了改变传统琴徽安置位置的方法。即琴徽不再按照传统的四折取中的方法取得，而是要在三分损益所得律位设徽，朱熹认为这样就不会出现传统琴徽位与律位按音音高不一致的情况了。如传统琴正调，三弦宫上的角音，在十徽之上，也就是现在

所说的十徽八分，而通过琴徽的移动后，三弦宫上的角音就会刚好落在十一徽上；再如传统宫弦羽音应在八徽之上，也就是七徽九分，但是通过移徽后，宫弦羽音就刚好落在八徽上，等等。

琴律之说，定五声十二律徽法也，正合古律法，与世琴见用徽法不同。姑以仲吕宫言之，世用徽，凡调弦，第三弦应第五弦散声，为角，在十徽之上；琴律徽则其应，正在十一徽。世用徽，第一弦应第三弦散声，为仲吕宫，在十徽，而律法，仲吕又在十徽之上；琴律徽，则仲吕正与十徽相对。世用徽，第三弦应第二弦散声，为羽，在八徽之上；琴律徽则其应正在八徽，皆不必求之各徽之上，甚为整齐，并无毫发参差处。即此观之，琴律所定徽为甚正，并与律法相同。然独与各弦半声之均有不然者。

朱熹的这一“移徽就律”的琴律研究方式对后世琴律研究者有着很大的影响，但是琴这一乐器经过几千年的发展，其形制的固定都是具有一定的现实意义的。琴徽之所以要通过四折取中的方式安置，正是先哲们发现了弦乐泛音发声的自然属性，并通过长期的琴乐实践将常用的一些泛音音位用徽位的方式固定下来，徽位律学规范由于同三分损益生律法的律学规范从本质上有所不同，因此二者在共同运用时必然会出现某些不完全吻合的音高，这是三分损益时代无法更改的必然问题。

虽然朱熹所提倡的“移律就徽”琴律研究方案，在某些程度上避开了这一问题，但是却不可避免地损失了泛音演奏这一琴乐最为独特的音效。因此正如朱载堉所说“若移徽就律，虽则实音不差，而左右疏密不相对，岂得成徽也哉？先儒尝有移徽就律之说，盖亦未之思欤！”①

第二节 徽法与律法分而论之——以《琴书大全》为例

与朱熹《琴律说》中重新调整徽位的具体位置，使之符合三分损益所生律高的做法不同，

① [明]朱载堉，《律学新说·论准徽与琴徽不同第十》

还有一部分学者，如徐理等人，他们能够正视三分损益相生所产生的音与在徽位上所发出的部分泛音与按音不完全吻合的事实，他们将这两种律学规范分别称之为“律法”和“徽法”，并采取了分而论之的方法。

宋代徐理在其琴学专论《琴统》中对此又非常详细的论述，由于年代久远，很多部分已经散佚，但是幸运的是明代蒋克谦的琴学百科全书《琴书大全》中有很多关于徐理《琴统》的记载。

徐理认为，“律法”和“徽分”的生律方法不同，律学规范自然也就不同，二者共同作用于琴乐实践中，各伺其职，不相为用。

> 律以按声取用，损益相生之法，自下而上，由龈而至于岳也。徽以泛声取用，折半之法，自中而分归于上下，由七徽而上至于岳，下至于龈也。律法徽法之所以为异者，其要在此。况十二律之于十三徽，但以黄钟一弦观之，仅有十二徽为夹钟，九徽为林钟，亦出于偶然耳，非有所取也。除此二者之外，别无一律与徽正相对者，律固不合于徽，而徽亦非定于律则，其为异也。
>
> 诸半声，处以自岳至龈，取中声，次第分析而定。诸律相生处，亦以自岳至龈，三分损益而定。其始虽皆本于岳至龈，而其为法不同，故终不相为用也。且如七徽，自为半声，十二律周遍不踰，于七徽之上者，此相生之法。自如此非为七徽所限，而七徽亦非律法之所生，……其所谓不相为用。[①]

虽然《琴书大全》中同意徐理的“律法”、“徽分”生律方法不同，律学规范也不同的说法，但是蒋克谦却认为“徽分”是取自于天然之妙，因此不能避而不谈，尤其是“十徽”这一徽位尤其值得注意。根据三分损益相生之法，琴正调的其他弦上的“仲吕”位都应在十徽，只有三弦中的“仲吕”位应在十徽之上，看上去有一些差异，但是蒋克谦从听觉实践出发，认为虽然二者“相去分厘间”，但是“声均政自不殊，盖同此一仲吕”，因此这并不影响十徽作为调弦的重要参照对象而存在

。

> 古折徽之法，七徽为中声为半声之本，与散声同均，上而四徽一徽，下而十徽十三徽，余上诸徽，以泛声求之，皆与七徽及散声之均有不合者矣。又七徽以上诸徽定合，以七徽以下徽为则，则四徽一徽又皆不得合乎本弦之半声矣，律法天然之妙不可违；中声、半声之法亦天然之妙，各有所取用，而其终却又归于同，似未可以偏废也。……或者又谓，律法相生仲吕徽在十徽之上，依徽法调弦又正在十徽，将若之何？

① [明]蒋克谦：《琴书大全·卷二·声律下二十·诸半声处与诸律相生处不相为用》，《琴曲集成》第五册，北京：中华书局，2010年，第72页。

律法、徽法取用固为不同，但与此处，二者适然相值，有不容不参考者。

以徽法言之，十徽为七徽至龈之半声，其泛声之均与七徽及散声皆和同，调弦者安得不有取于此。

以律法言之，仲吕以第三弦散声为宫，三分损一，于本弦第九徽为徵，其应在第一弦散声。第一弦散声既为徵，则一弦七徽、十徽泛声皆徵之半均，故于三弦九徽一弦十徽同用，泛取其声，和协于此，已见得一弦十徽、三弦九徽为仲吕徵之和也。又实按一弦十徽正与三弦散声和协于此，又见得一弦十徽正为仲吕宫散声之应，此律法也。

独于第一弦用三分损益之法求之，则仲吕在十徽微上，似为少差。不思十徽微上相去分厘间，声均政自不殊，盖同此一仲吕。且律法岂自为异也哉？故尝譬之，四月律中仲吕，则四月总为仲吕，特月有中气为律之中，乃谓中气前后一二日皆非仲吕，是岂可者？然则十徽为仲吕，未尝违于律于此。可见抑又有说各弦半，徽法之所在也。然诸半之声均，不能违乎各弦之律，则徽亦岂无关于律者。

五弦之散声，六七之清声，律法之所定也。然各弦之声均，不能违乎诸半之所则，律亦岂无关于徽者。又究其所以然，则徽同起于岳与龈，而律亦未尝不起于岳与龈，其起处既同，则其归于同也。固宜论至此，则前所谓律法与徽法为有异，而终归于同者。亦岂漫然为是，不切之论哉。①

《琴书大全》中对于“徽法”的认识是非常深刻的，他同时也收录的徐理《琴统》中的“十则”一篇，并且用实际弦长的方法将其在琴上的具体位置标识出来。这我们在上一章有关“泛音”的众多内容中详细讨论过了。

但是《琴书大全》中对“律法”的讨论却有另外一番实践意义。前文中我们讨论过传统三分损益相生之法所产生的“五音”与“十二律”两种表述体系中，其内在的律学结构有一定的差异。五音体系中所产生的几种音与音之间的音程关系非常统一而简单，而十二律体系中，由于相邻两律之间有大半音和小半音之分，因此由十二律所组成的各种音程关系中也都存有大音程和小音程之分，两者之间的差异用相对波长的方式可以表示为$\frac{2048}{2187} \div \frac{243}{256} = \frac{524288}{531441}$，若用音分数表示，则为 24 音分。因此当五音十二律旋相为宫时，便会出现上述差异。这我们将在下文中具体论述。

---

① [明]蒋克谦：《琴书大全·卷六·琴徽十六》，《琴曲集成》第五册，北京：中华书局，2010 年，第 135—136 页。

一《琴书大全》中琴正调的纵向布律

（一）十二律分配五弦还宫要诀

《琴书大全》中琴中七弦的纵向运律与传统的琴五调的律学规范是完全相同的，都是由宫、商、角、徵、羽五音组成的，同时五音的不同排列顺序还可以与十二律结合起来，这就是所谓的“五弦还宫”。

首先，《琴书大全》中认为根据三分损益相生之法，五音按照音高顺序排列后，中间相隔一声的两音，除了宫音与角音之外，其他都是“三分益一”的关系，也就是现在所说的纯四度，因此低音弦上的十徽按音与隔一弦的高音弦散音同度相应。只有宫与角之间，是三分损益大三度关系，因此可以采用低音弦上的十一徽上按音（也就是十徽八分），与隔一弦的高音弦散音同度相应。

> **黄钟为十二律还宫之本，其调弦小间勾。凡宫弦皆按十一徽上，应在内散声；余弦皆按十徽，此亦一定之法矣。**[1]

这里所谓“小间勾”就是指两弦之间，隔有一弦之意。即一弦与三弦，二弦与四弦，三弦与五弦，四弦与六弦，五弦与七弦为“小间”。

上段文字可以解释为：

七弦琴若以一弦为宫，那么一弦十一徽上与三弦散声应；二弦十徽与四弦散声应；三弦十徽与五弦散声应；四弦十徽与六弦散声应；五弦十徽与七弦散声应。

若二弦为宫，那么二弦十一徽上与四弦散声应；三弦十徽与五弦散声应；四弦十徽与六弦散声应；五弦十徽与七弦散声应；六弦散音与一弦散音倍半相应，那么一弦十徽与三弦散声相应。

若三弦为宫，那么三弦十一徽上与五弦散声应；四弦十徽与六弦散声应；五弦十徽与七弦散声应；六弦与一弦应，七弦与二弦应，那么一弦十徽与三弦应；二弦十徽与四弦散声应。

若第四弦为宫，那么四弦十一徽上与六弦散声应；五弦十徽与七弦散声应；一弦十徽与三弦散声应；二弦十徽与四弦散声应；三弦十徽与五弦散声应。

若第五弦为宫，那么五弦十一徽上与七弦散声应；二弦十徽与四弦散声应；三弦十徽与五弦散声应；四弦十徽与六弦散声应。

通过上述分析能够看到，《琴书大全》中七弦的定弦方法是按照三分损益律定弦，即宫与角

[1] [明]蒋克谦：《琴书大全・卷二・声律上二十五》，《琴曲集成》第五册，北京：中华书局，2010年，第38页。

之间相对波长比为 $\frac{64}{81}$，其余相隔一弦的上下两音的相对波长比为 $\frac{3}{4}$。因此我们只需要知道七弦中，哪一弦的十徽八分能与相隔一弦的散音同度相应，那么该弦就是宫音。

（二）《琴书大全》中纵向五音十二律之律学规范

因为琴五调只是五种七弦排列方式，但是却要用十二律与之相对应，《琴书大全》中将古琴七弦五音十二律的纵向律学规范展示如下：

第一弦，自岳至龈，散声为黄钟宫，大吕、太簇共弦。若用共弦之律为宫，其弦法不改，但大吕则诸弦皆紧于黄钟一律；太簇则诸弦皆紧于黄钟二律。后仿此。
第二弦散声，与按第一弦正十二徽相应，为夹钟宫，姑洗共弦。
第三弦散声，与按第一弦十徽，与十徽微上声同相应，为仲吕宫，蕤宾、林钟共弦。
第四弦散声，与按第一弦九徽上一寸八分四厘相应，为夷则宫，南吕共弦。
第五弦散声，与按第一弦八徽上二寸相应，为无射宫，应钟共弦[①]

这段文字可解释为：一弦为宫的七弦排列方式与黄钟宫、大吕宫、太簇宫三律相配；二弦为宫的七弦排列方式与夹钟宫、姑洗共二律相配；三弦为宫的七弦排列方式与仲吕宫、蕤宾宫、林钟宫三律相配；四弦为宫的七弦排列方式与夷则宫、南吕共二律相配；五弦为宫的七弦排列方式与无射宫、应钟宫二律相配。

即：

	一弦	二弦	三弦	四弦	五弦	六弦	七弦
黄钟宫、大吕宫、太簇宫	宫	商	角	徵	羽	少宫	少商
夹钟宫、姑洗宫	倍羽	宫	商	角	徵	羽	少宫
仲吕宫、林钟宫、蕤宾宫	倍徵	倍羽	宫	商	角	徵	羽
夷则宫、南吕宫	倍角	倍徵	倍羽	宫	商	角	徵
无射宫、应钟宫	倍商	倍角	倍徵	倍羽	宫	商	角

另：五弦各律之间的相对波长都是以上述《琴书大全》一弦十二律依照三分损益律的方法得到的。

（一）第一弦，自岳至龈，散声为黄钟宫，大吕、太簇共弦。

---

① [明]蒋克谦：《琴书大全・卷二・声律上二十五》，《琴曲集成》第五册，北京：中华书局，2010年，第39页。

黄钟宫之七根弦的相对波（假设黄钟律相对波长为 1）：

	一弦	二弦	三弦	四弦	五弦	六弦	七弦
五音排列顺序	宫	商	角	徵	羽	少宫	少商
与之相配十二律	黄钟	太簇	姑冼	林钟	南吕	清黄钟	清太簇
相对波长	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{4}{9}$
相邻两弦相对波长		$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$

大吕宫之七条弦相对波长比（诸弦皆紧于黄钟一律）：

	一弦	二弦	三弦	四弦	五弦	六弦	七弦
五音排列顺序	宫	商	角	徵	羽	少宫	少商
与之相配十二律	大吕	夹钟	仲吕	夷则	无射	清大吕	清夹钟
相对波长	$\frac{2048}{2187}$	$\frac{16384}{19683}$	$\frac{131072}{177147}$	$\frac{4096}{6561}$	$\frac{32768}{59049}$	$\frac{1024}{2187}$	$\frac{8192}{19683}$
相邻两弦相对波长		$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$

太簇宫之七条弦相对波长比（诸弦皆紧于黄钟二律）：

	一弦	二弦	三弦	四弦	五弦	六弦	七弦
五音排列顺序	宫	商	角	徵	羽	少宫	少商
与之相配十二律	太簇	姑冼	蕤宾	南吕	应钟	清太簇	清姑冼
相对波长	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{512}{729}$	$\frac{16}{27}$	$\frac{128}{243}$	$\frac{4}{9}$	$\frac{32}{81}$
相邻两弦相对波长		$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$

（二）第二弦散声，与按第一弦正十二徽相应，为夹钟宫，姑冼共弦。

夹钟宫之七弦相对波长表（与按第一弦正十二徽相应）

	一弦	二弦	三弦	四弦	五弦	六弦	七弦
五音排列顺序	倍羽	宫	商	角	徵	羽	少宫

与之相配十二律	黄钟	夹钟	仲吕	林钟	无射	清黄钟	清夹钟
相对波长	1	$\frac{16384}{19683}$	$\frac{131072}{177147}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{32768}{59049}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{8192}{19683}$
相邻两弦相对波长		$\frac{16384}{19683}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{59049}{65536}$	$\frac{16384}{19683}$	$\frac{59049}{65536}$	$\frac{16384}{19683}$

姑冼宫之七弦相对波长表（诸弦紧于夹钟一律）

	一弦	二弦	三弦	四弦	五弦	六弦	七弦
五音排列顺序	倍羽	宫	商	角	徵	羽	少宫
与之相配十二律	大吕	姑冼	蕤宾	夷则	应钟	清大吕	清姑冼
相对波长	$\frac{2048}{2187}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{512}{729}$	$\frac{4096}{6561}$	$\frac{128}{243}$	$\frac{1024}{2187}$	$\frac{32}{81}$
相邻两弦相对波长		$\frac{16384}{19683}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{16384}{19683}$	$\frac{59049}{65536}$	$\frac{16384}{19683}$

（三）第三弦散声，与按第一弦十徽，与十徽微上声同相应，为仲吕宫，蕤宾、林钟共弦。

仲吕宫之七弦相对波长表（与按第一弦十徽，与十徽微上声同相应）

	一弦	二弦	三弦	四弦	五弦	六弦	七弦
五音排列顺序	倍徵	倍羽	宫	商	角	徵	羽
与之相配十二律	黄钟	太簇	仲吕	林钟	南吕	清黄钟	清太簇
相对波长	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{131072}{177147}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{4}{9}$
相邻两弦相对波长		$\frac{8}{9}$	$\frac{16384}{19683}$	$\frac{59049}{65536}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$

蕤宾宫之七弦相对波长表（诸弦紧于仲吕一律）

	一弦	二弦	三弦	四弦	五弦	六弦	七弦
五音排列顺序	倍徵	倍羽	宫	商	角	徵	羽
与之相配十二律	大吕	夹钟	蕤宾	夷则	无射	清大吕	清夹钟
相对波长	$\frac{2048}{2187}$	$\frac{16384}{19683}$	$\frac{512}{729}$	$\frac{4096}{6561}$	$\frac{32768}{59049}$	$\frac{1024}{2187}$	$\frac{8192}{19683}$

		一弦	二弦	三弦	四弦	五弦	六弦	七弦
相邻两弦相对波长			$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$

林钟宫之七弦相对波长表（诸弦皆紧于仲吕二律）

	一弦	二弦	三弦	四弦	五弦	六弦	七弦
五音排列顺序	倍徵	倍羽	宫	商	角	徵	羽
与之相配十二律	太簇	姑洗	林钟	南吕	应钟	清太簇	清姑洗
相对波长	$\frac{8}{9}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{16}{27}$	$\frac{128}{243}$	$\frac{4}{9}$	$\frac{32}{81}$
相邻两弦相对波长		$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$

（四）第四弦散声，与按第一弦九徽上一寸八分四厘相应，为夷则宫，南吕共弦。

夷则宫之七弦相对波长表

	一弦	二弦	三弦	四弦	五弦	六弦	七弦
五音排列顺序	倍角	倍徵	倍羽	宫	商	角	徵
与之相配十二律	黄钟	夹钟	仲吕	夷则	无射	清黄钟	清夹钟
相对波长	1	$\frac{16384}{19683}$	$\frac{131072}{177147}$	$\frac{4096}{6561}$	$\frac{32768}{59049}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{8192}{19683}$
相邻两弦相对波长		$\frac{16384}{19683}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{59049}{65536}$	$\frac{16384}{19683}$

南吕宫之七弦相对波长表

	一弦	二弦	三弦	四弦	五弦	六弦	七弦
五音排列顺序	倍角	倍徵	倍羽	宫	商	角	徵
与之相配十二律	大吕	姑洗	蕤宾	南吕	应钟	清大吕	清姑洗
相对波长	$\frac{2048}{2187}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{512}{729}$	$\frac{16}{27}$	$\frac{128}{243}$	$\frac{1024}{2187}$	$\frac{32}{81}$
相邻两弦相对波长		$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$

第五弦散声，与按第一弦八徽上二寸相应，为无射宫，应钟共弦

无射宫七弦相对波长表

	一弦	二弦	三弦	四弦	五弦	六弦	七弦
五音排列顺序	倍商	倍角	倍徵	倍羽	宫	商	角
与之相配十二律	黄钟	太簇	仲吕	林钟	无射	清黄钟	清太簇
相对波长	1	$\frac{8}{9}$	$\frac{131072}{177147}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{32768}{59049}$	$\frac{1}{2}$	$\frac{4}{9}$
相邻两弦相对波长		$\frac{8}{9}$	$\frac{16384}{19683}$	$\frac{59049}{65536}$	$\frac{16384}{19683}$	$\frac{59049}{65536}$	$\frac{8}{9}$

应钟宫七弦相对波长表

	一弦	二弦	三弦	四弦	五弦	六弦	七弦
五音排列顺序	倍商	倍角	倍徵	倍羽	宫	商	角
与之相配十二律	大吕	夹钟	蕤宾	夷则	应钟	清大吕	清夹钟
相对波长	$\frac{2048}{2187}$	$\frac{16384}{19683}$	$\frac{512}{729}$	$\frac{4096}{6561}$	$\frac{128}{243}$	$\frac{1024}{2187}$	$\frac{8192}{19683}$
相邻两弦相对波长		$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{27}{32}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{8}{9}$

尽管从上述表格中，我们能够看到十二律在进行旋宫转调时会导致五音内部律学结构的改变，但是这是作为理论上的差异，而在音乐实践中，人们往往忽略这种微小的差异，仍然沿用五音原本的内部构造以应用与音乐实践。

十二律旋相為宫圖

宫生徵徵生商商生羽羽生角角生變宫變宫生變徵皆隔八也内重圖合活動旋轉以宫字加所用律則商角徵羽之律皆定矣琴家惟六十調變宫變徵係按絃取聲不復立調

因此相当一部分律学家都认同在音乐实践中，不但能够十二律旋相为宫，以十二律为主音构成六十个不同的调式。这种律学规范看似符合现代十二平均律的律学规范，但在古代音乐实践中并不是采取将十二律之间的音程关系平均化的方式，但事实上并不是这样的。对于钟、磬等定音乐器来说，音乐实践中只是通过容忍三分损益十二律在进行旋宫转调时带来的五音之间音程关系的变化而实现的；而对于琴这样的非定音乐器来说，由于乐器自身能够提供丰富的音律，因此完全可以通过不同音位的运用已达到五音体系内部音程关系的统一，这样的做法虽然在一定程度上改变了某些律的音高位置，但是它能够满足人们对于五声调式的音高审美要求。

第三节　琴以五音论——以王坦的琴旨为例

《琴旨》是清代一本琴学专论，成书于乾隆九年，即公元 1745 年。其作者为清代著名琴家王坦，王坦，字吉途，南通人，从小随父亲学琴，精通琴律。由于此书所论述的琴律观点与清代官方修订的《御定律吕正义》相和，因此深得当时统治者的推崇，并将其收入《钦定四库全书》中经部乐类，成为后世研究琴律之典范。“国朝王坦撰其，考定音调皆以御定律吕正义为本，而反复推明，多所阐发，在近时言琴诸家独得其宗旨。谨案此书论琴音之律吕，与他家琴谱讲指法者不同，故不入艺术而附之于乐类。”①

此后的琴学家和律学家凡是谈论琴律，大多采用王坦《琴旨》的观点。例如，清代嘉庆七年（公元 1802 年）出版的《自远堂琴谱》，是继《五知斋琴谱》之后有一部翻刻最多、影响较大的琴谱，此谱的琴论部分几乎将王坦的《琴旨》完整录入其中。再如，蜀派著名琴家顾梅羹，其琴学专著《琴学备要》也是“仿照王坦《琴旨》的体例，专论五声，不涉及律吕。”等等

《琴旨》共上下两卷。上卷主要阐述琴律理论，分为五声数论琴；一弦尚徵；三准当徽不当徽之别；泛音四准；按声散声相和说；三弦独下一徽；五弦独上半徽；律吕名徽辨；释黄钟均以仲吕为角之疑九个部分。下卷注重对琴学实践中一些具体问题进行探讨，分为旋宫转调；鬬转弦繁谬（外调转弦式转弦）；变声清声辨；取吟定位；五音以宫声为本论；有词无词说；支派辨异七个部分。尤其最后一节“支派辨异”，首次对当时琴坛流行的诸多琴派特点进行总结和论述，对后世影响很大。

王坦《琴旨》中最核心的内容就是他在开篇中所提到的“五音数论琴”。他认为琴律理论中所遇到的诸多问题都是因为唐宋以来律学家们“以律吕为准则”造成的，所以“不得其所以然之理”。“必以五声之数定之，方不失古圣人作乐精微之妙”。

“自来言琴律者其误有五：一在不明管子三因九开之法，而以管音律吕定弦音；一在不知以五声二变明弦音之度分，而以律吕分徽位；一在不知管子一百八为征，两江总督采进本及白虎通离音尚征之意泥于大不踰宫之说，而以大弦为宫；一在不知三弦为宫，而以一弦十徽为仲吕；一在据正宫一调论律吕谓隋废旋宫止存黄钟一均，而不知五声旋宫转调之全，惟御制律吕正义一书考定详明，发古人所未发。坦作是书一一本正义之口，而反复推阐其五声数论琴说。”②

《琴旨》中作者开宗明义，指出弦乐器不能以黄钟大吕这一律吕体系来讨论弦律，而要以宫商角徵羽五音数这一律学系统论述。即“自古原以五声数论弦音，故相传有宫商角徵羽少宫少商七弦之名。弦数多寡既以五声数为准则，而徽分疏密得声之应和，亦当以五声数较之，其理自明矣。”支持此段文字的依据是“弦音全度，无论长短，全半相应”的实践结论。

---

① [清]文渊阁本《钦定四库全书》经部，乐类，琴旨，提要。
② 同上

《琴旨》中沿用过去学者的观点，用四徽和七徽将琴体分为三准，即岳山至四徽为上准，四徽至七徽为中准，七徽至龙龈为下准。三准内各有五音二变，中准五音二变之数度为下准之半，上准五音二变之度数为中准之半。

因此，只要找到下准五声二变的位置，中准和上准五音二变的位置只需要沿其倍半位置即可找到。以三弦宫为基础，其下准五音二变的位置分别为：三弦散声为宫，商位在十三徽，其五声之度在十三徽下一分，因此十三徽不当取音之正位；角位在十一徽，其五声之度在十一徽上二分，[1]即十徽八分，因此十一徽不当取音之正位；徵位在九徽，其五声之度也在九徽，因此九徽正当取音之正位。羽位在八徽，其五声之度在八徽下一分，即七徽九分，因此八徽也不当取音之正位。

一　黄钟宫弦之横向布律——以下准为例

一、黄钟宫弦之横向布律——以下准为例

下准各弦之度，以损益相生，得五声二变之位，惟十徽、九徽、七徽得其声，其余诸徽与三弦之十徽俱不能得其声焉。(各弦五声二变之位所为宫声为始，角声生变宫而终于变徵者，其理丝毫不紊，各弦分七音之位实有旋转不息之义。自十徽生散声与七徽散声；与七徽生九徽；九徽生十三徽一分；十三徽一分生七徽九分；七徽九分生十徽八分；十徽八分生七徽三分；七徽三分生九徽四分；九徽四分生六徽七分；以六徽七分之位三分之而益一分，其位在八徽半，则六徽七分实生八徽半；八徽半生十二徽二分；十二徽二分生七徽六分；七徽六分生十徽而仍归原位。未尝不与十二律吕隔八相生之理有合也。)[2]

律名	生律方法	相对波长	徽分音位
黄钟	十徽三分益一生散声宫声	$\frac{3}{4}\times\frac{4}{3}=1$	散声宫
林钟	散声三分损一生九徽徵，七徽三分益一生九徽徵	$1\times\frac{2}{3}=\frac{2}{3}$ $\frac{1}{2}\times\frac{4}{3}=\frac{2}{3}$	九徽徵
太簇	九徽徵三分益一生十三徽一分商	$\frac{2}{3}\times\frac{4}{3}=\frac{8}{9}$	十三徽一分
南吕	十三徽一分商三分损一生七徽九分羽	$\frac{8}{9}\times\frac{2}{3}=\frac{16}{27}$	七徽九分

---

[1] 古琴为平放演奏，这里所说的“上”为自左向右。十一徽上二分，就是十一徽右二分，即十徽八分。

[2] [清]王坦：《琴旨·卷上·律吕名徽辨》，《文渊阁钦定四库全书》，经部，乐类。

姑洗	七徽九分羽三分益一生十徽八分角	$\frac{16}{27}\times\frac{4}{3}=\frac{64}{81}$	十徽八分
应钟	十徽八分角三分损一生七徽三分变宫	$\frac{64}{81}\times$ $\frac{131072}{177147}\frac{2}{3}=\frac{128}{243}$	七徽三分
蕤宾	七徽三分变宫三分益一生九徽四分变徵	$\frac{128}{243}\times\frac{4}{3}=\frac{512}{729}$	九徽四分
大吕	九徽四分变徵三分损一生六徽七分清宫	$\frac{512}{729}\times\frac{2}{3}=\frac{1024}{2187}$	六徽七分
夷则	六徽七分清宫三分益一生八徽半清徵	$\frac{1024}{2187}\times\frac{4}{3}=\frac{4096}{6561}$	八徽半
夹钟	八徽半清徵三分益一生十二徽二分清商	$\frac{4096}{6561}\times\frac{4}{3}=\frac{16384}{19683}$	十二徽二分
无射	十二徽二分清商三分损一生七徽六分清羽	$\frac{16384}{19683}\times\frac{2}{3}=\frac{32768}{59049}$	七徽六分
仲吕	七徽六分清羽三分益一生十徽清角	$\frac{32768}{59049}\times$ $\frac{4}{3}=\frac{131072}{177147}$	十徽

……取音亦有不在徽之位者，以五音相生之度有当徽不当徽之别也。惟七徽四徽一徽俱当徽，而七弦皆用得本弦之正声又谓之三准，十三徽、十二徽、十一徽、八徽、六徽、三徽俱不当取音之正位。十徽、九徽、五徽、二徽取音虽亦当徽，而七弦之中间有不用者，要皆以徽分与五声二变之度并举，而详核之其理始明焉。①

二、七条弦之纵向布律

《琴旨》全篇贯穿“一弦为徵，三弦为宫”的观点。“古圣贤立法，上下相生，损益并用。”作者认为五音的产生“始于宫，终于角”，因此古琴七音是由三弦宫开始，通过两次生律完成的。第一次生律：按照管子的方法，三弦宫（81）先三分益一，生一弦倍徵（108）；一弦倍徵再三分损一，生四弦商（72）；四弦商三分益一，生二弦倍羽（96）；二弦倍羽三分损一声五弦角（64），产生第一组五音，即第一弦倍徵、第二弦倍羽、第三弦宫、第四弦商、第五弦角五个音。

然后再从三弦宫开始，进行第二次生律。即三弦宫（81）先三分损一，下生六弦徵（54）；

① [清] 王坦：《琴旨·卷上·三准当徽不当徽之别》，《文渊阁钦定四库全书》，经部，乐类。

五弦徵三分益一，上生四弦商（72）；四弦商三分损一，下生七弦羽（48）；七弦羽三分益一，上生五弦角（64）。由此产生第二组五音，即第三弦宫、第四弦商、第五弦角、第六弦徵、第七弦羽五个音。

"故琴弦一定有七也，倍徵一百有八纶为一弦，倍羽九十六纶为二弦，宫八十一纶为三弦，商七十二纶为四弦，角六十四纶为五弦，徵五十四纶为六弦，羽四十八纶为七弦，此依弦之巨细，合五声数而为之次第者也。"

二　七弦弦之横向布律

王坦《琴旨》调弦法

鼓宫，宫应；弹角，角动，音相准也，故徽分之位恒与散声相和。向来注谱之家类多，错认分数斯律之能协者寡矣。兹特以弦度五声之数较定徽分于后，而两言以该之，曰：按弹外，散扣内；按弹内，散扣外。[1]

（一）按弹外散扣内也，正声之相和

试以按弹外，散扣内言之：间四弦者按七徽；间三弦者，二弦则按七徽六分，一弦三弦则按七徽九分；间两弦者按九徽；间一弦者各弦俱按十徽，惟三弦按十徽八分；两弦相连者，二弦五弦则按十二徽二分，一弦三弦四弦六弦则按十三徽一分。此皆按弹外散扣内也，皆正声之相和者也。

假设三弦相对波长为 1，三弦十徽相对波长为 $\frac{3}{4}$，三弦九徽相对波长为 $\frac{2}{3}$

间四弦：一弦七徽徵声——六弦散音徵声
　　　　二弦七徽羽声——七弦散音羽声
间三弦：一弦七徽九分角声——五弦散音角声
　　　　二弦七徽六分徵声——六弦散音徵声
　　　　三弦七徽九分羽声——七弦散音羽声
间二弦：一弦九徽商声——四弦散音商声
　　　　二弦九徽角声——五弦散音角声
　　　　三弦九徽徵声——六弦散音徵声

[1] [清] 王坦：《琴旨・卷上・散声按声相和说》，《文渊阁钦定四库全书》，经部，乐类。

四弦九徽羽声——七弦散音羽声

间一弦：一弦十徽宫声——三弦散音宫声

$$\frac{4}{3} \times \frac{3}{4} = 1 \rightarrow 1$$

二弦十徽商声——四弦散音商声

三弦十徽八分角声——五弦散音角声

四弦十徽徵声——六弦散音徵声

五弦十徽羽声——七弦散音羽声

两弦相连：一弦十三徽一分羽声——二弦散音羽声

二弦十二徽二分宫声——三弦散音宫声

三弦十三徽一分商声——四弦散音商声

四弦十三徽一分角声——五弦散音角声

五弦十二徽二分徵声——六弦散音徵声

六弦十三徽一分羽声——七弦散音羽声

（二） 按弹内散扣外，倍声相和

以按弹内，散扣外言之，间四弦者亦按七徽；两弦相连者，二弦四弦五弦七弦则按七徽六分，三弦六弦则按七徽九分；间一弦者，惟五弦按八徽半，余弦俱按九徽；间两弦者，按十徽；间三弦者，五弦七弦则按十二徽二分，六弦则按十三徽一分，此皆按弹内，散扣外也，皆倍声相和者也。

间四弦：七弦七徽羽声——二弦散音羽声

六弦七徽徵声——一弦散音徵声

两弦相连：七弦七徽六分徵声——六弦散音徵声

六弦七徽九分角声——五弦散音角声

五弦七徽六分商声——四弦散音商声

四弦七徽六分宫声——三弦散音宫声

三弦七徽九分羽声——二弦散音羽声

二弦七徽六分徵声——一弦散音徵声

间一弦：七弦九徽角声——五弦散声角声

六弦九徽——四弦散声

五弦八徽半宫声——三弦散声宫声

四弦九徽羽声——二弦散声羽声

三弦九徽徵声——一弦散声徵声

间两弦：七弦十徽商声——四弦散声商声

六弦十徽宫声——三弦散声宫声

五弦十徽羽声——二弦散声羽声

四弦十徽徵声——一弦散声徵声

间三弦：七弦十二徽二分宫声——三弦散音宫声

六弦十三徽一分羽声——二弦散音羽声

五弦十二徽二分徵声——一弦散音徵声

（三）按弹内七徽，散扣外，倍声之倍之相和

至七徽为正声之半，和以正声之倍，亦按弹内，散扣外，此则倍声之倍之相和者也。其有不相和而实可和者，乃相生之声相和亦必按弹内散扣外。间两弦者按七徽；间三弦者，五弦七弦则按七徽六分，六弦则按七徽九分；间四弦者按九徽；两弦相连者，二弦四弦五弦七弦则按十徽，三弦六弦则按十徽八分……间一弦者，惟五弦按十二徽二分，余弦俱按十三徽一分……盖相生之声之相和者也。

间两弦：七弦七徽羽声——四弦散声商声

六弦七徽徵声——三弦散声宫声

五弦七徽角声——二弦散声羽声

四弦七徽商声——一弦散声徵声

间三弦：七弦七徽六分徵声——三弦散声宫声

六弦七徽九分角声——二弦散声羽声

五弦七徽六分商声——一弦散声徵声

间四弦：七弦九徽角声——二弦散声羽声

六弦九徽商声——一弦散音徵声

两弦相连：七弦十徽商声——六弦散声徵声

六弦十徽八分变宫生——五弦散声角声

五弦十徽羽声——四弦散声商声

四弦十徽徵声——三弦散声宫声

三弦十徽八分角声——二弦羽声

二弦十徽商声——一弦散声徵声

间一弦：七弦十三徽一分变宫声——五弦散声角声
六弦十三徽一分羽声——四弦散声商声
五弦十二徽二分徵声——三弦散音宫声
四弦十三徽一分角声——二弦散声羽声
三弦十三徽一分商声——一弦散声徵声

以上乃下准之各徽分得各弦散声相和之大要。

（四）两弦俱散扣而相和

然亦有两弦俱散扣而相和者。间四弦者，本弦之声得倍半而相和……；间两弦者，乃相生之声相和……；间一弦者，惟五弦角不与三弦宫相和，余亦以相生之声相和……。总而言之，各弦相应之声不出乎正声倍声与相生之声三者之范围。

间四弦：七弦散声羽声——二弦散声羽声
六弦散声徵声——一弦散声徵声
间两弦：七弦散声羽声——四弦散声商声
六弦散声徵声——三弦散声宫声
五弦散声角声——二弦散声羽声
四弦散声商声——一弦散声徵声
间一弦：七弦散声羽声——五弦散声角声
六弦散声徵声——四弦散声商声
四弦散声商声——二弦散声羽声
三弦散声宫声——一弦散声徵声

三　七弦之五声二变位置

以下准言之十三徽，一弦用之为九十六之倍羽，三弦用之为七十二商位，四弦用之为六十四之角位，六弦用之为四十八之羽位，此十三徽二弦、五弦、七弦不用，而一弦、三弦、四弦、六弦俱用焉，五声之度俱用十三徽下一分，故十三徽不当取音之正位。

十二徽二弦用之为八十一之宫位，五弦用之为五十四之征位，七弦用之为四十零五之少宫位，此十二徽一弦、三弦、四弦、六弦不用，而二弦、五弦、七弦俱用焉，五声之度俱在十二徽下二分，故十二徽亦不当取音之正位。

十一徽惟三弦用之，为六十四之角位，余弦俱不用，独三弦用之，五声之度在十一徽上二分，故十一徽亦不当取音之正位。

十徽一弦用之为八十一之宫位，二弦用之为七十二之商位，四弦用之为五十四之征位，五弦用之为四十八之羽位，六弦用之为四十零五之少宫位，七弦用之为三十六之少商位。此十徽独三弦不用，余弦皆用之焉。

九徽一弦用之为七十二之商位，二弦用之为六十四之角位，三弦用之为五十四之征位，四弦用之为四十八之羽位，六弦用之为三十六之少商位，七弦用之为三十二之少角位。此九徽独五弦不用，余弦皆用之焉。

八徽一弦用之为六十四之角位，三弦用之为四十八之羽位，六弦用之为三十二之少角为。此八徽二弦、四弦、五弦、七弦不用，而一弦、三弦、六弦俱用焉，五声之度俱在八徽上一分，故八徽亦不当取音之正位。

七徽为全度之半，各弦用之为本弦正声。

五弦四十零五之少宫位在八徽半，二弦五十四之征位、四弦四十零五之少宫位、五弦三十六之少商位、七弦二十七之少征位，俱在七徽六分。此数声者盖又居无徽之分焉。

至于各弦二变之声，一弦八十五三二之变宫位在十徽二分，五十六八八之变征位在七徽三分；二弦八十五三三之变宫位在十三徽一分，五十六八八之变征位在七徽九分；三弦五十六八八之变征位在九徽四分，四十二六六之少变宫位在七徽三分；四弦五十六八八之半征位在十徽八分，四十二六六之少变宫位在七徽九分；五弦五十六八八之变征位在十三徽一分，四十二六六之少变宫位在九徽；六弦四十二六六之少宫位在十三徽一分，二十八四四至少变征位在七徽三分；七弦四十二六六之少变宫位在十三徽一分，二十八四四至少变征位在七徽九分，此下准焦尾至七徽各弦五声二变之度分也。[①]

以中准言之，六徽乃十一徽之半，各弦用之与十一徽同；五徽乃九徽之半，各弦用之与九徽同；四徽乃七徽之半，各弦用之与七徽同。七徽至四徽谓之中准，各徽得下准各徽之半。而同声无徽之分，惟五徽七分得下准十徽之半而同声，其余俱得下准无徽之分之半而同声焉。

六徽四分与十三徽一分同，六徽二分与十二徽二分同，五徽九分与十徽八分同，五徽二分与九徽四分同，四徽八分与八徽半同，四徽六分与七徽九分同，四徽四分与七徽六分同，四徽二分与七徽三分同，此中准七徽至四徽各弦五声二变之度分也。

……余仿此各弦得声之位其长短参差不同，有此徽同者在彼徽则异，有彼分同者至此分又异，何也？因羽与宫角与征相去之度长而变宫变征之不为用者，间于其中也按五声二变之位。

以下为王坦《琴旨》古琴正调七条弦上三准中五音二变之位置表。

---

① [清]王坦：《琴旨·卷上·三准当徽不当徽之别》，《文渊阁钦定四库全书》，经部，乐类。

下准	散声	十三徽下一分（十三徽一分）	十二徽下二分（十二徽二分）	十一徽上二分（十徽上八分）	十徽	九徽四分	九徽	八徽半	八徽上一分（七徽九分）	七徽六分	七徽三分
中准	七徽	六徽四分	六徽二分	五徽九分	五徽七分	五徽二分	五徽	四徽八分	四徽六分	四徽四分	四徽二分
上准	四徽	三徽四分	三徽二分	二徽九分	二徽七分	二徽二分	二徽	一徽八分	一徽六分	一徽四分	一徽二分
一弦	倍徵 108	倍羽 96		变宫 85.32	宫 81		商 72		角 64		变徵 56.88
二弦	倍羽 96	变宫 85.33	宫 81		商 72		角 64		变徵 56.88	徵 54	
三弦	宫 81	商 72		角 64		变徵 56.88	徵 54		羽 48		少变宫 42.66
四弦	商 72	角 64		变徵 56.88	徵 54		羽 48		少变宫 42.66	少宫 40.5	
五弦	角 64	变徵 56.88	徵 54		羽 48		少变宫 42.66	少宫 40.5		少商 36	
六弦	徵 54	羽 48		少变宫 42.66	少宫 40.5		少商 36		少角 32		少变徵 28.44
七弦	羽 48	少变宫 42.66	少宫 40.5		少商 36		少角 32		少变徵 28.44	少徵 27	

上表有以下几个特点：

1、上、中、下三准各涉及到11个徽或徽分音位。其中下准涉及的十一各音位分别是散音、十三徽一分、十二徽二分、十徽八分、十徽、九徽四分、九徽、八徽半、七徽九分、七徽六分、七徽三分。

十三徽一分相对弦长为：$\frac{7}{8}+(1-\frac{7}{8})\div 10\times 1=\frac{71}{80}\approx 0.89$

十二徽二分相对弦长为：$\frac{5}{6}+(\frac{7}{8}-\frac{5}{6})\div 10\times 2=\frac{101}{120}\approx 0.84$

十徽八分相对弦长为：$\frac{1}{2}\frac{3}{4}+(\frac{4}{5}-\frac{3}{4})\div 10\times 8=\frac{79}{100}\approx 0.79$

十徽相对弦长为：$\frac{3}{4}\approx 0.75$

九徽四分相对弦长为：$\frac{2}{3}+(\frac{3}{4}-\frac{2}{3})\div 10\times 4=\frac{21}{30}\approx 0.7$

九徽相对弦长为：$\frac{2}{3}\approx 0.67$

八徽半相对弦长为：$\frac{3}{5}+(\frac{2}{3}-\frac{3}{5})\div 10\times 5=\frac{19}{30}\approx 0.63$

七徽九分相对弦长为：$\frac{1}{2}+(\frac{3}{5}-\frac{1}{2})\div 10\times 9=\frac{59}{100}\approx 0.59$

七徽六分相对弦长为：$\frac{1}{2}+(\frac{3}{5}-\frac{1}{2})\div 10\times 6=\frac{14}{25}\approx 0.56$

七徽三分相对弦长为：$\frac{1}{2}+(\frac{3}{5}-\frac{1}{2})\div 10\times 3=\frac{53}{100}\approx 0.53$

清代以来，琴学家基本都认同“以五音论琴”的观点。

首先，琴并不是一件定音乐器，同时它还是一件独奏乐器，因此在琴乐实践中根本不需要十二律这样的定音体系。

其次中国古代音乐的特点就是五声音乐和七声音乐，其核心音乐构成就是以五正声为基本音乐构架中间穿插少量的二变声作为装饰，如果二变声稍微多用一点，就会随即转入其他五声调式中。而琴律理论中，最难以解释的就是五音十二律的旋相为宫问题以及三、六、八、十一徽位上的按音音高与三分损益律学规范下的相对应音高存有差异这两大问题。因此，若以五音体系来讨论中国传统琴律理论，那些不符合三分损益五音体系的音自然也就不被纳入琴律研究的范围之内，这样也就不会出现其他一系列的音律问题了。

琴中声律最繁，每弦有散、泛、实三音。泛、实音各有三准，实音三准中又各有清浊七音。以旋宫转弦换调及不转弦换调计之，七弦凡数千声，是以徽分取音之难，非连篇累牍不能尽其说。然概括言之，不外五正二变之七声，七声中二变不能多用，连用三四声即变为他调。故七声实止用五声。一六二七弦同声，则七弦实止五弦。知音者不必苦索于徽分毫厘之间，但取其与散声相和者用之，其不和者不用。虽古谱有错误，琴弦有松动，琴徽有参差，操缦时指下自有法度，断无乖戾不和之弊矣。[1]

[1] [清]杨时百：《琴学随笔·卷一》，《琴曲集成》第三十册，《琴学丛书·卷五》，北京：中华书局，2011年，第151页。

附一：　徽分记谱法对于琴律研究的正反面影响

古琴与其他有品柱的弦乐器有所不同，其徽位只是标志节点的泛音位置，在实际演奏中并不会过多地限制演奏者，琴人会通过自身主观的听觉审美和客观地律学规范运用大量徽间音位。因此如何描述这些徽间音位的位置，使其更加直观、简便，并将其体系化、理论化，成为历代琴家不断探讨的重要问题。古代琴学家在长期琴乐实践中逐渐形成了一整套独特的表述方式，即运用“弦序（某弦）、徽位（某徽）和徽间音位”三者相结合的方法对指位进行描述。其中“弦序”与“徽位”两个表述系统相对简单，成形地也比较早，而最难以表达的也是最能体现琴律深层特点的徽间音位则经过了一系列的发展，从徽位与实际弦长相结合的表述方式演变成现在的徽分表达方式。在“徽分”表述方法创立之前，琴学家们对于徽间音位的描述一直采用“徽位与实际弦长相结合”的方法。

一、徽位与实际弦长相结合的表述系统

古琴上十三徽的设置是将琴体二等分、三等分、四等分、五等分、六等分以及八分之一和八分之七的节点处，而弦乐器自身的物理属性规定，音与音之间的音高关系，取决于两个音有效振动弦长比例关系，若知道音与音之间的实际有效振动弦长比，便可对其音程关系进行理论分析。无论琴体大小为多少，只要十三徽之间的比例关系是固定的，它们之间的音程关系也是不变的。因此，描述徽间音位最直接的方法就是以十三徽徽位为基准，加减徽间音位与徽位之间的实际弦长。

历来研究琴律者通常都会从两个角度去进行研究，一是琴律研究的专著专论，如朱熹的《琴律说》、王坦的《琴旨》等；二是暗含琴律内容的历代古琴谱。但是这两种文献资料中对于徽间音位的描述，却是从各自不同的角度出发。前者，也就是琴律专论中对于徽间音位的描述是极其细致而精确，例如在《琴律说》中，朱熹对于徽间音位的描述精确到“厘”，“琴尺皆十寸，寸皆十分，分皆十厘，厘以下不收。”[①]而后者，也就是古琴谱中，在徽分记谱法产生之前，对于徽间音位的描述则是采用比较简略的记录方法，从文字谱《碣石调·幽兰》中的“五上两豆许、五下少许、上过六、六七间稍近七、七上二寸许、八上半寸许、八上一寸许、九下半寸许”等到减字谱中“五六”（指五六徽之间）、“七八”等无一例外。这两种描述方法比较起来各有优缺点，前者描述精确，可以为琴律研究提供了非常直观而精准的数据。但是这种方法有一个很大的局限性就是记录的语言复杂冗长，只适合在琴学专论中对其进行讨论，而不适合存在于以简便为主要目的的减字谱中。后者虽然简便，但误差太大。至于这个“间”具体是指多少，完

[①] [宋]朱熹：《朱子大全集·卷六十六·琴律说》，《中国古代乐论选辑》，北京：人民音乐出版社，1981年。

全取决于"口传心授"以及演奏者的主观判断，因此早期的减字谱主要任务为习琴者提供参考，它并不能成为琴律研究重要依据。

二、"徽分"所包含的律学内容

从明代开始，由于印刷技术的发展，古琴谱的刊印蔚然成风，这对于琴乐的传播意义深远，但是由于早期减字谱中对徽间音位的描述并不精确，在一定程度上影响了乐曲的传承。此时，对徽间音位描述的系统化理论化要求更是呼之欲出，琴家们立足于琴乐实践，结合琴律理论对徽间音位的表述方式，创制了"徽分"记谱法，这一方法的运用对于减字谱的发展、琴乐的传播以及琴学理论的深入研究都有着不可估量的影响。

（一）徽分的设置

徽分的表述系统成形于明末清初，在明末的琴谱中已经开始出现少量的"徽分"表述按音位置的记录，如明末琴谱《古音正宗》中就出现过少量的徽分记谱法。直到严天池的《大还阁琴谱》，才将徽分记谱法真正运用到整个琴谱当中。

所谓"徽分"即把古琴的十三徽，相邻两徽之间平均分为十份，每份称之为"一分"，所以相邻两徽之间共有九个徽分点，例如，七徽和八徽之间，平均分为十份，自七徽开始从右至左，依次为七徽一分，七徽二分，七徽三分，七徽四分，七徽五分，七徽六分，七徽七分，七徽八徽，七徽九分，然后八徽。这样计算下来，古琴一条弦从岳山至龙龈有十三个徽位和 126 个音分位，再加上一个散音位，共有 140 个音位。在琴乐实践中，每根弦上 140 个音位的设置完全满足琴学家们对于不同音乐审美和音高要求的描述，徽分记谱法的产生使得琴乐实践和琴学理论在论述方式上得到高度统一，此时琴律研究也进入到系统化、理论化时代。

当我们已知十三徽之间的律学规定后，我们就很容易计算出古琴中 140 个徽分的相对弦长，因而可以进--步讨论任何徽分位置上按音的律学问题。

徽分相对弦长的计算公式为：[（该徽分左邻徽位的相对弦长—该徽分右邻徽位的相对弦长）÷10×某分]+右邻徽分相对弦长。

举例说明：七徽九分的相对弦长=[（八徽相对弦长—七徽相对弦长）÷10×9]+七徽相对弦长=[（$\frac{3}{5}$—$\frac{1}{2}$）÷10×9]+ $\frac{1}{2}$ = $\frac{9}{100}$ + $\frac{1}{2}$ = $\frac{59}{100}$，因此七徽九分的相对弦长为 $\frac{59}{100}$。依此方法，其他 139 个音位的相对弦长也很容易计算出来，有了这些数据，我们再它们进行律学研究和律制比较时就更为直接和简便了。

当然，同样我们如果知道了某徽间音位的相对弦长，也可以计算出该徽间音位是位于某徽某分，赵宋光先生在《古琴徽分的顺逆推算》一文中将此总结为："分"的数目×1／10 所近似的纯小数=[任何按音的相对弦长-右邻徽位按音的相对弦长]÷[左右两徽距离折合成的相对长

度]。举例说明：若我们想求得与某弦散音构成三分损益律大三度的徽间音位在某徽某分时，便可按照以下步骤：

首先，计算出三分损益大三度的弦对波长，即$\frac{64}{81}$，化为小数为约为 0.79（保留两位小数）。

其次，判断该徽间音位处于哪两徽之间，已知十徽相对波长为$\frac{3}{4}$，化为小数为 0.75,；十一徽相对波长为$\frac{4}{5}$，化为小数位 0.8。因此，该大三度处于该弦十徽与十一徽之间，而十徽与十一徽之间的相对弦长为$\frac{4}{5}-\frac{3}{4}=\frac{1}{20}$

上述条件都已完备后，便可按照公式得出（$\frac{64}{81}-\frac{3}{4}$）÷（$\frac{4}{5}-\frac{3}{4}$）×10=$\frac{13}{324}\div\frac{1}{20}\times 10=\frac{65}{81}\times 10\approx 0.825\times 10\approx 8$,。所以，与某弦散音构成三分损益大三度的徽间音位大约位于十徽八分上。依此方法可以计算出三分损益律其他律位所处的音位位置，这不仅大大地方便了琴人学习和传授琴乐，同时也为琴学家们研究和讨论琴律提供了更简便的方法。

（二）三分损益律规范下十二律的徽分位置

徽分记谱法的创立作为一种系统的研究方法和具体的操作手段为琴学家们研究琴律提供了更简便的表述方式，因此，徽分记谱法一经创立，便立即得到琴学家们的推崇，清代之后的琴律研究的表述方式基本上都是采用徽分描述的方法。

宋代朱熹《琴律说》第一次将“琴律”研究纳入到传统律学研究领域，他将传统律学研究中“律数”、“声数”的表述方式与“琴律”研究中“徽位”与“实际弦长”相结合的表述方式相比照，为后世研究“琴律”的琴学家们提供了很好的“研究范式”。因此，当“徽分记谱法”创立之后，琴学家们仍然继续沿用这种琴律研究模式，只是将“徽位与实际弦长相结合”的描述方式改变为“徽分”的表述方法，这样使得琴律研究在理论上更加体系化。

中国几千年来占统治地位的律制只有三分损益律，因此在琴律的研究中，琴学家们也不遗余力地将三分损益的生律方法贯穿其中。按照传统的三分损益生律法，琴学家们很容易计算出，十二律位在琴上的具体位置。由于琴上七徽为全弦弦长的一半，琴弦的物理属性规定了任意一弦七徽上所发的音为该弦散音的高八度，也就是说空弦与七徽之间是我们现在称之为的纯八度关系，因此，琴学家们只需要计算出十二律在七徽至龙龈一个八度内的位置便可，至于七徽至四徽、四徽至一徽这两个八度内各律的徽分位置，我们只需要折半再折半标示出来即可。以下笔者取任意一根弦将其空弦设为黄钟律，用传统三分损益生律法生十二律，并计算出各律的相

对弦长以及所处徽分位置，列表比照。

传统三分损益生律法十二律之七徽以左徽分音位表：

十二律名	黄钟	大吕	太簇	夹钟	姑洗	仲吕	蕤宾	林钟	夷则	南吕	无射	应钟	清黄钟
生律法	1	$\frac{512}{729}\times\frac{4}{3}$	$\frac{2}{3}\times\frac{4}{3}$	$\frac{4096}{6561}\times\frac{4}{3}$	$\frac{16}{27}\times\frac{4}{3}$	$\frac{32768}{59049}\times\frac{4}{3}$	$\frac{128}{243}\times\frac{4}{3}$	$1\times\frac{2}{3}$	$\frac{2048}{2187}\times\frac{2}{3}$	$\frac{8}{9}\times\frac{2}{3}$	$\frac{16384}{19683}\times\frac{2}{3}$	$\frac{64}{81}\times\frac{2}{3}$	$\frac{131072}{177147}\times\frac{2}{3}$
相对波长	1	$\frac{2048}{2187}$	$\frac{8}{9}$	$\frac{16384}{19683}$	$\frac{64}{81}$	$\frac{131072}{177147}$	$\frac{512}{729}$	$\frac{2}{3}$	$\frac{4096}{6561}$	$\frac{16}{27}$	$\frac{32768}{59049}$	$\frac{128}{243}$	$\frac{262144}{531441}$
相邻两律相对波长比		$\frac{2048}{2187}$	$\frac{243}{256}$	$\frac{2048}{2187}$	$\frac{243}{256}$	$\frac{2048}{2187}$	$\frac{243}{256}$	$\frac{243}{256}$	$\frac{2048}{2187}$	$\frac{243}{256}$	$\frac{2048}{2187}$	$\frac{243}{256}$	$\frac{2048}{2187}$
徽分音位	散音	十三徽五分	十三徽一分	十二徽	十徽八分	九徽九分	九徽四分	九徽	八徽四分	七徽九分	七徽六分	七徽三分	六徽九分

上表展示的是传统三分损益律所产生十二律在古琴一根弦上七徽以左的音位位置，当然历代琴学家和律学家很早就发现了琴乐实践中所运用的律学规范与传统的三分损益律是有所差异的，这在很多琴律专论中对十二律位的具体弦长的描述中都有所反映，也是琴律讨论的主要问题。但是在徽分记谱法发明之前，律学家们对这一差异的描述却是非常复杂的。而徽分记谱法的出现，让律学家们在讨论这些差异时可以更加简便且一目了然。

例如，三分损益律第十二次生律所产生的清黄钟是不能够还原的，这是一个困扰中国古代律学家两千多年的问题，但是在琴乐实践中，这个问题却从来不是一个问题。在古琴同一根弦上，七徽位置是与空弦散音呈倍半关系的，若空弦散音为黄钟，那么七徽则为清黄钟。而传统三分损益律清黄钟却不在这个位置，在徽分记谱法产生之前，律学家将这一位置称之为“七徽微上”，但微上具体是多少呢，则需要另外描述。而在徽分记谱法中，这一位置便可被描述为六徽九分，这使得描述变得更加简便。

通过上述讨论能够清晰地了解到，徽分记谱法的产生对琴律研究产生了重要的意义，这种表述方式不但清晰简便，同时也为琴律研究提供了新的“研究手段”，清朝之后的琴学家、律学家们都纷纷采用徽分的表述方式对琴律进行探讨和阐释。

三、徽分记谱法自身的宽容度对琴律研究的影响

任何一种理论都是相关实践经验的总结并且通过逻辑化的表达方式呈现出来，它既来源于实践，同时又为实践提供新的理论指导。理论所关注的必然是各种实践经验的共通性，而不会纠缠于各种实践经验的独特性之中。同样，徽分理论的产生也是琴律理论与琴乐实践结合的有效典范，不可否认它对琴乐实践的传播以及琴学理论的研究起到了不可估量的作用。但是需要指明的是，在琴律研究领域中，运用徽分描述法对各种律制的特征进行比对和研究时，便会产生一些具体的问题。

首先，当我们用顺向思维，假设任意一条弦的空弦散音为黄钟宫音时，那么按照三分损益律所生的其他四音在七徽以下的音位位置分别为：太簇商音在十三徽一分、姑冼角音在十徽八分、林钟徵音在九徽、南吕羽音在七徽九分，这一结果早已深入到历代琴人琴乐实践中。（这些位置的确定在上文我们已经详细讨论过了，这里不再赘言。）从这个角度看，用徽分记谱法来讨论三分损益律是完全成立并且非常准确的。但是如果我们当我们逆向计算是却发现十三徽一分的相对弦长为 $\frac{71}{80}$，并不与太簇律相对弦长 $\frac{8}{9}$ 相吻合；十徽八分的相对弦长为 $\frac{79}{100}$，也不与姑冼律 $\frac{64}{81}$ 相吻合；七徽九分的相对弦长为 $\frac{59}{100}$，同样不与南吕律 $\frac{16}{27}$ 相吻合。我们如何解释这一矛盾的存在呢？

其次，我国著名乐律学家朱载堉通过“援琴证律”，发明了对现代音乐具有划时代意义的“新法密律”，即十二平均律。当我们用现代律学的方法将朱载堉的“新法密律”中所产生的十二律用“徽分记谱法”标示在古琴上时发现，十二平均律规范下的十二音与三分损益律规范下的十二律在古琴上的徽分音位有很多相似之处，从具体的徽分音位上很难分辨二者的微小差异。这些问题我们又如何解释呢？

针对于这两个问题，笔者认为最重要的原因就是：徽分记谱法方法本身“掩盖”了各种律制之间的差异。

首先我们先来讨论为什么当我们逆向计算时，三分损益律各律之间的相对弦长与其相对徽分音位的相对弦长比不同呢？这是因为在计算徽分时，是需要化零为整的，因此，所得到的徽分位置只是一个大略的结果，并不是三分损益律各律在琴上的绝对位置。在相对弦长转化为徽分的过程中，需要经过两次数据的调整，一次是相对弦长由分数形式转化为小数形式的过程，该步骤中保留所得小数小数点后单位数的多少，决定了所得数据的精确度，而这一数据也直接关系到最后徽分位置的取位；另外一次则是将计算所得徽分音位由小数形式化零为整，因为只需要保留整数部分，小数点后的数字经过四舍五入全部取消，因此小数点后数字的大小也在一定程度影响整数的大小。通过两次数据的转换过程，最后所得到结果实际上与原来的数据已经有了很大的误差了。

三分损益律所生十二律，虽然都是有理数，并且可以用分数的形式表示，但是当进行计算时，就不得不化为小数，那么保留小数点后单位数的多少就决定着所得数据误差的大小。例如三分损益律所生仲吕律，其相对弦长为 $\frac{131072}{177147}$，所得数值化为小数是 0.73990527……，如果保留小数点后五位，那么所得徽分位置就是九徽九分，即 $(0.73991-\frac{2}{3})\div(\frac{3}{4}-\frac{2}{3})\times 10\approx 0.07324\div\frac{1}{12}\times 10\approx 0.87888\times 10\approx 8.7888\approx 9$（保留整数）。同样如果保留小数点后两位，那么所得徽分位置就是九徽八分，即 $(0.74-\frac{2}{3})\div(\frac{3}{4}-\frac{2}{3})\times 10\approx 0.07\div\frac{1}{12}\times 10\approx 0.84\times 10\approx 8.4\approx 8$（保留整数）。

这里的九分和八分的差异是来自小数点后的四舍五入所得，而三分损益律中仲吕律在琴上的真正位置，既不是在九徽八分也不在九徽九分，而是在九徽八分之上靠近九徽九分的位置。当然如果我们保留的小数点位数再多一些，可以得到更精确的数据，但是在琴乐实践中，这并没有多大意义。假如我们以一台三尺六寸琴为例，化为今天的长度单位即 120cm，九徽至十徽

之间的相对弦长为空弦的 $\frac{1}{12}$，那么九徽至十徽间每一徽分的相对弦长为空弦的 $\frac{1}{120}$，其实际长度就是 $120\times\frac{1}{120}$=1（cm），一厘米相对于琴体来说，是非常小的距离，如果再细分至毫米，对于琴乐实践来说，便有些华而不实了。但对于琴律研究，则必须清楚地认识到，虽然在实际演奏和记谱中可以直接用九徽九分来描述三分损益律所生仲吕律的位置，但实际上这只是取其相似值而已。当然其他律位所在的徽分位置也是同样的道理，因此才会出现徽分音位的相对弦长与相对律位的相对弦长并不完全吻合的矛盾。

那为什么说徽分记谱法方法本身的宽容度“掩盖”了各种律制之间的差异呢？众所周知，古琴十三徽之间的相对弦长并不是均等的，而徽分是将相邻两徽之间平均划分为十等分，因此，各个相邻两徽之间徽分的相对弦长也是不均等的。在全部十三徽中，一徽至岳山和十三徽至龙龈的相对弦长是各徽之间最大的，都为全弦的 $\frac{1}{8}$，因此十三徽至龙龈之间平均分为十份，每份的相对弦长为 $\frac{1}{80}$，也就是说十三徽至龙龈之间，每一徽分之间的相对弦长是全弦的 $\frac{1}{80}$；而十一徽至十二徽和二徽和三徽之间的相对弦长是十三徽中最短的，为 $\frac{1}{30}$，那么，十一徽至十二徽之间平均分为十份，每份的相对弦长为 $\frac{1}{300}$。换言之，古琴上，最大徽分的相对弦长是最小徽分的相对弦长的将近四倍，如果落实到具体的徽位上，它们之间的差异会更大。

杨荫浏在《七弦琴之位置与其音程比值》一文中“根据十三徽位，计算全弦一百三十徽分之弦度与音分”并列表比照，“由表观之，相邻徽分距离之音程值不等，最小者每分相距仅 6.9 个音分（十一徽九分至十二徽之间）……最大者每分相距至 56.8 音分[①]（一徽至一徽一分之间）……”[②]。徽分之间如此大的变化空间早已超出各种律制之间微小的实际差异。同时由于张力的不断增加，越靠近击弦点，也就是岳山处，徽分与徽分之间的差异就会越大，因此，在琴律研究中，历代琴学家有意识地将七徽以左部分作为研究对象，这样会相对降低研究的误差性。

因此十二平均律规范下的十二音与三分损益律规范下的十二律在古琴上徽分音位相似这一问题，归根结底也是源于徽分记谱法本身的包容性和可塑性。

十二平均律是一种人为的律制规范，它在承认纯八度存在的基础上，将十二律划分为比例

---

① 此处应为 57.8 音分，一徽相对音分数为 3600，一徽一分相对音分数位 3542.2。
② 《七弦琴之位置与其音程比值》，杨荫浏，《杨荫浏全集》第五卷，第 218—219 页，江苏文艺出版社，2009 年 12 月第一版

相等的十二个半音。用现代数学开方的表达方式来阐释十二平均律之间的比例关系便十分简单，即将音程系数为 2 的纯八度音程开 12 次方，所得之值就是平均律十二律之间的相对弦长比，即 $\sqrt[12]{2}$ =1, 0594630……（无理数）。同样假设古琴某弦全弦振动的相对弦长为 1 时，那么其他律的相对弦长也可以计算得到，即黄钟为 1，大吕为 1÷（$\sqrt[12]{2}$）^{1}，太簇为 1÷（$\sqrt[12]{2}$）^{2}，夹钟为 1÷（$\sqrt[12]{2}$）^{3}，……。有了各律的相对弦长，便可以得到各律在琴上的徽分音位。

三分损益律与十二平均律所产生的十二律之间差异并不大，其中差异最大的是清黄钟律，一个相对弦长为 $\frac{262144}{531441}$，一个为 $\frac{1}{2}$，若用音分数表达它们之间也只相差 24 音分。而十三徽以左各徽分之间的音分差为 34 音分至 7 音分不等，这样的弹性空间为三分损益律与十二平均律各律在徽分音位上的重合提供了可能。因此才会出现平均律十二律与传统三分损益律所生十二律在七徽以左的徽分位置大致相同这一特殊情况。

通过上文的论述，能够得出这样的结论，徽分记谱法的创立是琴乐实践与琴学理论高度结合的产物，其自身的宽容度智慧地将琴乐实践与琴学理论中的矛盾弱化。虽然各徽分音位之间并不能精确反应各种律制不同律位之间的比例关系，而只是对于各种律制不同律位之间的一种概括性的描述，但事实证明这不但不会成为琴乐实践发展的绊脚石，相反却为琴人提供了更具弹性的理论指导。但是作为琴律研究者，则要清晰认识到，徽分记谱法在描述性上具有很大的模糊性和包容性，因此并不能轻易地通过徽分所在的位置继而武断地主观判断律制种类，而是要具体问题具体分析。但这并不影响徽分记谱法作为一种系统的表述方式标将琴律理论带入一个高度系统化、理论化的阶段。只有充分的了解徽分记谱法所产生的各种问题和以及产生问题的缘由，才能更好的将这一音位描述体系运用到琴学理论研究中，继而为琴乐实践提供新的理论指导。

附二：宋代以来相关琴律研究的古代文献及琴谱

【宋】　《琴笺一卷》　崔遵度撰　约 1020 年　琴苑要录本、美术丛书本

【宋】　《琴书》　宋人撰　约 1034 年　琴苑要录本

【宋】　《琴声经纬》　陈旸　约 1100 年　乐书本、说郛本

【宋】　《琴苑要录》　佚名编　约 1130 年　瞿氏旧藏明抄本、据明抄本传抄晒印计十种-古操十二章、则全和尚节奏指法琴书、麴瞻琴声律图、碧落子斫琴法、匠秘诀、崔遵度琴笺、续琴笺、风俗通音声论、姚兼济琴论

【宋】　《琴律说一篇》　朱熹撰　约 1190 年　声律通考本

【宋】　《琴论、琴统外篇》　徐理撰　1268 年成书　瞿氏旧藏明抄本、据明抄本传抄晒印

【宋】　《琴声律图》　麴瞻撰　琴苑要录本

【宋】　《琴书类集一卷》　僧居月撰　说郛本

【元】　《琴原一篇》　赵孟頫撰　约 1290 年　松雪斋全集本・卷六

【元】　《琴言十则》　吴澄撰　约 1300 年　学海类编本、丛书集成本

【明】　《太古正音补亡篇》　冷谦辑　顾坤一抄本

【明】　《丝铜内外篇二卷》　刘珠撰　1564　明刊本

【明】　《稗编一百二十卷》　唐顺之辑　1581 序　卷 86 琴

【明】　《琴笺一卷》　屠隆撰　约 1600　美术丛书初集六辑本

【明】　《太古正音琴经十四卷》　张宪翼辑　1611　明刊本—残存卷 9—14、康熙间沈氏重印版

【明】　《琴旨》　卫泳辑　1627 刊　明刊枕中秘本

【明】　《义轩琴经二卷》　张一亨辑　明刊本

【清】　《琴学荟萃》　潘麟瑞辑　清初抄本

【清】　《琴学八则》　程雄撰　1684　檀几丛书本、美术丛书本、艺术丛书本、翠琅玕馆丛书本

【清】　《听云阁雷琴篇十卷》　张衡辑　约 1685 成书　清光绪甲午年刊本 1894、清道光间刻本

【清】　《诚一堂琴谱六卷》《诚一堂琴谈二卷》　程允基辑　1705 刊　清康熙四十四年聚锦堂刻本 1705、清康熙五十四年刊本 1715

【清】　《（治心斋）琴学练要》　王善辑　1739 自序　清乾隆间刻本

【清】　《琴旨二卷》　王坦撰　1746　清乾隆间刻本、素堂刻本、传抄四库全书本、抄

本、四库全书文溯阁本

【清】　《琴学内外篇》　曹廷栋撰　1750　清乾隆间刊本、民国排印本、油印本

【清】　《琴问二卷》　孙尔周辑著　1767序　稿本、抄本

【明】　《太古遗音六卷》　朱权校补　1413序　明刊本、步月楼刊本

【明】　《太古遗音》　袁均哲编　约1450　明刊本—残存手册

【明】　《太音大全集五卷》　袁均哲编　约1450　郑氏旧藏明刊本、朱格旧抄本、据明刊本影写晒印汪孟舒校订影写、明正德嘉靖间刊本影印

【明】　《太古遗音三卷》　谢琳辑　1511　明刊本

【明】　《太古遗音三卷》　黄士达辑　1515　明刊本

【明】　《风宣玄品十卷》　张鲲辑　1539　明刊本

【明】　《西麓堂琴统二十五卷》　汪芝辑　1549　旧抄本—缺卷五　李允中、兰格旧抄本—残存两卷

【明】　《杏庄太音补遗三卷》　肖鸾辑　1557　明刊本

【明】　《正文对音捷要真传琴谱六卷》　杨表正辑　明金陵唐氏刻本、明万历三衢书林馆世晓重刊本、抄本、明万历元年刻本、明万历乙酉金陵刻本1585

【明】　《（重修）真传琴谱（琴谱大全）十卷》　杨表正辑　1585　明刊本、原题《琴谱合璧大全》明万历元年焕堂刊本、明万历乙酉金陵刻本1585

【明】　《琴书大全二十二卷》　蒋克谦辑　1590　明万历刊本

【明】　《三教同声三卷》　张德新辑　1592　天一阁明刊本

【明】　《文会堂琴谱六卷》　胡文焕辑　1596　明万历间刊本、存卷3、4、5、6

【明】　《绿绮新声三卷》　徐时琪辑　1597　明刊夷门广牍本、丛书集成本

【明】　《藏春坞琴谱五卷》　郝宁、王安定辑　1602　明万历间刊本、据明刊本传抄

【明】　《太古遗音二卷》　杨伦辑　1609　明刊本、旧抄本两种、步月楼刊本

【明】　《伯牙心法一卷》　杨伦辑　1609　明刊本、旧抄本、步月楼版本

【明】　《琴谱合璧十八卷》　杨伦撰　清和素编译　清抄本、四库全书文溯阁本

【明】　《太古正音琴谱四卷》　张宪翼辑　1611　明刊本—残存卷3、明万历三十九年阳春堂藏本1611、康熙间沈氏重印版

【明】　《琴适四卷》　孙丕显辑　1611序　明刊燕闲四适本、据明刊本传抄晒印

【明】　《青莲舫琴雅四卷》　林有麟辑　1614自序　明刊本

【明】　《琴苑》　夏树芳辑　1616　明刊本、明万历四十四年自序本1616

【明】　《理性元雅四卷》　张廷玉　1618　明刊本、清刻本—残存二卷、钞本

【明】　《古音正宗》　朱常淓辑　1634　明崇祯七年刻本 1634、汪孟舒节抄本

【明】　《陶氏琴谱》　陶鸿逵辑　明上谷季氏刊本

【清】　《徽言秘旨》　尹晔辑　1647　清顺治四年听月楼刊本 1647、清康熙三十一年刊本 1692

【清】　《琴学心声谐谱二卷》　庄臻凤辑　1667 序　清康熙间刊本

【清】　《琴苑心传全篇二十卷》　孔兴诱辑　1670 刊　清康熙九年刊本 1670

【清】　《和文注琴谱》　蒋兴俦辑 即《东皋琴谱》　1676　旧抄本

【清】　《松风阁琴谱二卷》　程雄辑　约 1684　清康熙间刊本、清文粹堂刻本、清三槐堂刻本、原刻本、四库全书文溯阁本

【清】　《澄鉴堂琴谱》　徐常遇辑　约 1686　清康熙间刊本、清乾隆三十八年重刻本附指法二卷 1773、清乾隆五十二年重刻本 1787

【清】　《德音堂琴谱十卷》　郭裕斋传谱　1691　清康熙三十年刊本 1691、清康熙六十年重刊本 1721

【清】　《徽言秘旨订》　尹晔辑，孙诠重订　1692 年刊　清康熙三十一年壬中刊本 1692

【清】　《（自适轩）琴谱析微八卷》　鲁鼐辑　1692 年刊　清康熙三十一年壬中刊本 1692

【清】　《琴学正声六卷》　沈琯辑撰　1715　清康熙间香度楼刊本

【清】　《五知斋琴谱八卷》　徐琪等辑　1722　清康熙六十一年精刻本 1722、清红杏山房重刊本、近代校经山房石印本、清雍正间刻本、清乾隆二年体仁阁刊本 1737、清乾隆十一年刻本 1746、清十一弦馆刊本、清凄心琴社重刊红杏山房刊本—附图、清咸丰刊本、清乾隆丙寅怀德堂藏 1746 刻本

参考文献

古籍资料（已成书年代为序）

《管子集校》. 郭沫若、闻一多、许维遹编. 北京：科学出版社. 1956 年出版.

《吕氏春秋》. 高诱注. 上海：上海古籍出版社影印本，1988 年出版.

《淮南子・天文训》. 《诸子集成》第七卷. 上海书店影印本，1986 出版.

《史记・律书》. 《二十五史》. 上海古籍出版.

《后汉书・律历志上》. 《二十五史》. 上海古籍出版.

《宋书・律志》. 《二十五史》. 上海古籍出版.

《隋书・律历志》. 《二十五史》. 上海古籍出版.

《碣石调・幽兰》. 《琴曲集成》第一册. 北京：中华书局. 2010 年.

《旧五代史・志七・乐志下》. 《二十五史》. 上海古籍出版.

《宋史・乐志》. 《二十五史》. 上海古籍出版.

《补笔谈》卷一. 乐律. 四部丛刊本.

《律学新说》. [明]朱载堉撰. 冯文慈点注. 北京：人民音乐出版社. 1986 年.

《律吕精义》. [明]朱载堉撰. 冯文慈点校本. 北京：人民音乐出版社. 1998 年.

《琴书大全》. [明]蒋克谦撰. 《琴书大全》第五册. 北京：中华书局. 2010 年.

《西麓堂琴统》. [明]汪芝撰. 《琴书大全》第三册. 北京：中华书局. 2010 年.

《古今图书集成・乐律典・琴瑟部》. 陈梦雷、杨家骆编. 台北：鼎文书局. 1980 年.

《五知斋琴谱》. [清]徐祺撰. 《琴书大全》第十一册. 北京：中华书局. 2010 年.

《琴旨》. [清]王坦撰.

《琴学内外篇》[清]曹庭栋撰

《律话》. [清]戴长庚撰. 《琴书大全》第二十一册. 北京：中华书局. 2010 年.

《琴学入门》. [清]张鹤撰. 《琴书大全》第二十四册. 北京：中华书局. 2010 年.

《琴学丛书》. 杨宗稷撰. 《琴书大全》第三十册. 北京. 中华书局. 2010 年.

专著

陈应时

2004：中国乐律学探微[M]. 上海：上海音乐学院出版社.

崔宪

1997：曾侯乙编钟钟铭校释及律学研究[M].北京：人民音乐出版社.
戴念祖
1994：中国声学史[M].石家庄：河北教育出版社.
2001：中国声学史[M].长沙：湖南教育出版社.
韩宝强
2003：《音的历程——现代音乐声学导论》[M].北京：中国文联出版社.

黄翔鹏
1993：溯流探源——中国传统音乐研究论文集[M].北京：人民音乐出版社.
郭树群、陈其射、王子初、李成渝
1996：中国乐律学百年论著综录[M]，北京：华乐出版社.
李玫
2007：东西方乐律学研究即发展历程[M].北京：中央音乐学院出版社.
缪天瑞
1983：律学[M].北京：人民音乐出版社.
邱琼荪
历代乐志律制校释
易存国
2003：中国古琴艺术[M].北京：人民音乐出版社.
章华英
2005：古琴[M].人类口头与非物质文化遗产丛书.杭州：浙江人民出版社.
査阜西
1958：存见古琴曲谱辑览[M].北京：人民音乐出版社.1958年第一版.2001年第二版.
1995：査阜西琴学文萃[M].杭州：中国美术学院出版社.
赵宋光
2001：赵宋光文集[M].广州：广州花城出版社.

1980：新石器和青铜时代的已知音响资料与我国音阶史问题[G].音乐论丛.北京：人民音乐出版社.
1981：中国古代乐论选辑[G].北京：人民音乐出版社.
1995：査阜西.査阜西琴学文萃[G].杭州：中国美术学院出版社.
2009：杨荫浏.杨荫浏全集[G].北京：江苏文艺出版社.
2010：査阜西.琴曲集成[G].北京：中华书局.

2010：林晨.琴学六十年论文集[G].北京：文化艺术出版社.

期刊论文类

陈长林

1989：电脑在古琴音乐研究汇总的初步应用[J].计算机学报12卷：第7期

陈美利

1992：漫谈古琴音律[J].国教世纪第二十七卷：第4期

陈其射

2000：中国古代律学观[J].交响：第3期：

陈应时

1983：论证中国古代的纯律理论[J].中央音乐学院学报：第1期.

琴曲《广陵散》谱律学考释[J].中国音乐：第3期.

1984：琴曲《碣石调·幽兰》的音律[J].中央音乐学院学报：第1期.

1985：朱载堉和古琴[J].中国音乐：第1期：15-39.

关于琴调弦法的历史分期及其它[J].民族民间音乐研究：第1期.

朱载堉和古琴[J].中央音乐：第1期：34-39.

1986：琴曲《碣石调·幽兰》的徽间音[J].中央音乐学院学报：第1期.

中国古代的律准[J].中央音乐：第1期：34-39.

1987：中国古代文献记载中的“律学”[J].中国音乐：第3期.

1988：《朱载堉琴律研究若干问题》质疑[J].中央音乐：第1期.

1992：再谈琴律的历史分期[J].音乐艺术：第2期.

三论琴律的历史分期[J].音乐艺术：第4期.

存见明代古琴谱中没有纯律调弦法吗？[J].中央音乐：第4期.

1993：存见明代琴谱中的律制[J].艺苑：第1期.

研究琴律离不开数学计算[J].艺苑：第2期.

1995：朱载堉琴律若干问题之我见[J].中央音乐学：第1期.

1996：评“复合律制”[J].音乐艺术：第2期.

评《琴律研究》[J].音乐艺术：第4期.

1999：再谈琴曲《碣石调·幽兰》的音律[J].中央音乐学院学报：第1期.

再谈“复合律制”[J].音乐艺术：第1期.

2003：论《东皋琴谱》的琴律[J].黄钟：第2期.

王迪

1991：有关古琴律制的断代问题——与陈应时同志商榷[J].音乐研究：第4期.
成公亮
1992：存见明代古琴谱中有纯律调弦法吗？[J].中国音乐学：第2期.
陈其翔、陆志华
1999：中国古代乐律体系探索[J].星海音乐学院学报：第1期：
崔宪
1995：钟律与琴律[J].中央音乐学院学报：第1期：86-93.
2002：论律制的结构本质与文化属性[J].中国音乐学：第1期.
戴念祖
1999：琴律的物理试析暨论琴徽的起源[J].自然科学史研究：第12期.
戴振铎[美]
2000：广义三分损益律与朱载堉十二平均律及纯律的关系[J].中国音乐学：第4期：

丁承运
1982：民族弹拨乐器演奏艺术探微[J].音乐研究：第1期
1987：朱载堉琴律研究——兼辨古琴律制的变迁[J].艺苑：第3期
宋代琴调研究[J].河南大学学报：第5期
2001：琴调溯源——论古琴正调调弦法[J].音乐艺术：第4期
2003：论五音调——琴调溯源之二[J].音乐艺术：第2期.
丁纪园
1989：白石道人自度曲声律考辨[J].黄钟：第1期
1991：略论古琴的五音正调与十二律旋宫弦法[J].音乐研究：第1期
方建军
1996：中国古代乐器研究的方法[J].音乐研究：第4期
冯洁轩
1988：说徽——兼议郑、饶二文[J].中国音乐学：第4期.
1997：复《三论琴徽》[J].中国音乐学：第3期：
龚一
1963：古琴音量从来就这样小吗？[J].人民音乐：第1期
1995：对准时代之需要——我对发展古琴音乐的认识[J].音乐研究：第4期
郭树群
1993：论朱载堉的旋宫思想[J].音乐研究：第4期：
2009：朱载堉的应用律学思维与理论律学思维索隐[J].天籁——天津音乐学院学报：第3期：

14—20.
黄翔鹏

1981：曾侯乙钟磬乐学体系初探[J].音乐研究：第1期.
1983："琴律"研究[S].《中国大百科全书·音乐舞蹈卷》."琴律"条释文.
1984：律学史上的伟大成就及其思想启示[J].音乐研究：第4期
1986：传统音调的数理逻辑关系[J].中国音乐学：第3期.
1989：均钟考[J].黄钟：第2期.
P.K.王
1988：琴曲《关山月》平均音高和跳动频度系列间的相关性[J].王子初.译人民音乐：第9期
乔建中
2000：现代琴学论纲[J].天籁——天津音乐学院学报：第2期.
秦序
1995：琴乐"活法"及谱式优劣之我见[J].中国音乐学：第4期
饶宗颐
1987：说琴徽——答马顺之教授书[J].中国音乐学：第3期.
1997：三论琴徽[J].音乐艺术——上海音乐学院学报：第1期.
[美]荣鸿增：
1988：打谱——七弦琴音乐再创作的过程[J].许健译.中国音乐学：第2期
李玫
2003：用现代律学的方法解读蒋克谦《琴书大全》所传以徽间徽外寸分厘数[J].音乐艺术：第3期.
2008：古琴减字谱中的隐藏智慧——古琴谱中独有的律学资料展现出琴律发展历程[J].中国音乐：第1期.
2008：《琴律说》文本解读——兼及常见的校勘错误[J].音乐研究：第5期.
李祥霆：
1974：七弦琴的扩音设备及机械弦轴[J].音乐研究乐器科技简讯：第1期
林友仁
1990：二十世纪东西文化冲突与交融中的中国古琴艺术[J].艺苑：第3期
王安潮
2004：古琴律制的历史分期评述[J].南京艺术学院学报：第4期.
王建欣
2000：杨荫浏先生与古琴音乐研究[J].中国音乐：第2期

吴文光
1997：琴调系统及其音乐实证[J].中国音乐学：第1、2期.
许健
1988：西汉有琴徽吗？与饶宗颐教授商榷[J].中国音乐学：第1期.
杨荫浏
1982：三律考[J].音乐研究：第1期.
叶明媚：
1984："古琴"音律简介[J].中国音乐：第3期.

喻辉
1993：琴律探微（上、下）[J].黄钟：第1、2期
1994：《神奇秘谱》琴曲的调弦法[J].黄钟——武汉音乐学院学报：第1期.

赵宋光
1984：理论律学的基本方法[J].音乐艺术：第3期：
1986：中华律学传统的复兴与开拓[J].中国音乐学：第3期：
1993：一笔恼人遗产的松快清理[J].音乐研究：第3期
1999：立字当头，破在其后——20世纪中国音乐发展道路的回顾与反思[J].人民音乐：第3期
2001：七弦琴定弦过程数学方程的建立与求解[J].中央音乐学院学报：第3期.
2001：古琴徽分的顺逆推算[J].音乐艺术：第4期.
张子谦
1982：七弦琴考源[J].上海音讯：第4期
郑荣达
1992：朱载堉三分损益顺逆相生律[J].中国音乐学：第1期：
周武彦：
1996："徽"义四辨——兼论古琴"徽位"源起[J].音乐艺术——上海音乐学院学报：第1期：34-39.
1998：对《三论琴徽》及其《复》文的质疑[J].音乐艺术——上海音乐学院学报：第1期.
郑祖襄
1986："徽"字与徽位——兼考古琴徽位产生的历史年代[J].中央音乐学院学报：第3期.
1988：再谈"徽"字与徽位[J].中国音乐学：第3期：

丁纪园

1993：略论五音正调与十二律旋宫弦法[A].唐中六.琴韵[C].成都：成都出版社 92-101.